

USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Tecnologia, Certificação, Incentivos Económicos

RENATO VARAJÃO RODRIGUES ALVES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Professor Doutor Vitor Carlos Trindade Abrantes Almeida

Professor Doutor Mário Jorge Valente Neves

JULHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Dedico este trabalho à minha família. Aos meus pais e à minha irmã, que são as pessoas mais importantes da minha vida, aos meus avós, aos meus tios e primos, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim. A eles dedico este sonho, que com a ajuda deles se tornou realidade.

"O que quer que faças na vida será insignificante, mas é muito importante que o faças, porque ninguém mais o fará"

By Ghandi

AGRADECIMENTOS

Uma vez que me é dada a oportunidade de agradecer a quem me ajudou a percorrer este longo percurso escolar, gostava de aqui neste espaço retribuir a essas pessoas. Agradeço:

- Agradeço aos meus orientadores, Professor Vitor Abrantes e Professor Mário Valente Neves, pelo apoio, pela disponibilidade demonstrada sempre que precisei de ajuda, pelos conselhos e simpatia que sempre tiveram para comigo.
- Aos meus professores pela sua competência, qualidade e boa formação a todos os níveis, que possibilitaram a aquisição de competências humanas e profissionais que me ajudarão em todo o meu futuro percurso,
- À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) pelas oportunidades fornecidas, pelas instalações facultadas, que muito auxiliaram na finalização deste curso.
- Ao Departamento de Engenharia Civil pelo apoio logístico e pela coordenação do curso, permitindo a aquisição de competências importantes para que no futuro seja um bom profissional.
- Aos meus pais. Sem eles nada disto seria possível, sem o seu apoio, sem o seu carinho, sem a sua ajuda não conseguiria atingir este objectivo. Obrigado por tudo o que me proporcionaram e por acreditarem sempre em mim.
- À minha irmã por ser aquela pessoa que esteve sempre do meu lado nos momentos bons e nos momentos menos bons, que sempre me encorajou e ajudou sempre que precisei. Obrigado!
- Agradeço aos meus avós, tios e primos pelo carinho e amizade que me sempre me deram, pelas palavras amigas e sábias e que em muito me ajudaram.
- Aos meus amigos, essenciais na nossa vida, pela sua presença constante, pelo apoio e sincera amizade sempre demonstrada.
- À empresa Ecodepur pela disponibilidade demonstrada, fornecendo informação importante para o estudo de casos.

Muito Obrigado a todos.

RESUMO

A água é um bem essencial e talvez o recurso mais valioso que existe à face do planeta. As alterações climáticas, as modificações ao nível da densidade populacional e os hábitos relativos ao consumo deste recurso levantaram problemas relativos à sua quantidade.

Este facto levou a que fosse necessário começar a investigar e a desenvolver formas de proporcionar um uso mais eficiente da água.

Esta dissertação desenvolve-se no sentido de explicar e demonstrar os benefícios originados pelo uso eficiente da água através de sistemas de aproveitamento desta e de outras tecnologias, como por exemplo a utilização de equipamentos eficientes. Estruturalmente tentou-se organizar as ideias de forma a facilitar o leitor a entender as vantagens de um uso mais racional da água e qual a melhor forma de o fazer. Na introdução apresentam-se os problemas relativos ao uso da água, de seguida apresentam-se os sistemas de aproveitamento que permitem uma utilização mais eficiente, que são o sistema de aproveitamento de águas pluviais e sistema de aproveitamento de águas cinzentas, demonstrando as suas vantagens e desvantagens. Nos capítulos seguintes apresentam-se outras tecnologias além dos sistemas de aproveitamento apresentados, incentivos fiscais e sistemas de avaliação ambiental existentes e no último capítulo são apresentados nove casos de estudo onde é utilizado o simulador denominado por UEFA. A elaboração deste simulador foi um dos grandes objectivos deste trabalho.

Os sistemas estudados baseiam-se no aproveitamento de águas pluviais (SAAP) e de águas cinzentas (SAAC), tendo como objectivo demonstrar a sua importância e eficiência no uso racional deste recurso, reduzindo o consumo de água potável em actividades que não necessitam de água com muita qualidade (como por exemplo a descarga de autoclismos, rega, etc). Por conseguinte, foi utilizado o simulador UEFA para ajudar o investidor a analisar os benefícios recorrentes da aplicação destes sistemas, averiguar se a implementação deste tipo de sistemas justifica o investimento inicial, que se pressupõe ser elevado, e apurar qual o tempo necessário para a sua amortização. O aspecto económico é muito importante na altura de decidir se o sistema é implementado ou não.

Nesta dissertação são também enunciados incentivos económicos existentes para a aplicação destas tecnologias e sistemas de reconhecimento e avaliação de sustentabilidade, que permitem avaliar e reconhecer o edifício que utiliza técnicas ambientalmente sustentáveis, dando especial importância aos sistemas existentes em Portugal, como por exemplo, o LiderA. Este sistema será aplicado ao caso em estudo apresentado, de forma a analisar a influência que o recurso água tem na atribuição da classe final do edifício.

PALAVRAS-CHAVE: Uso Eficiente da Água, SAAP, SAAC , UEFA, LiderA

ABSTRACT

Water is an essential and perhaps the most valuable resource that exists on the planet. Climate changes, changes in terms of population density and habits related to the consumption of this resource have raised issues associated with its quantity.

This has led to the necessity to begin to investigate and develop ways of providing a more efficient use of water.

This thesis is developed in order to explain and demonstrate the benefits arising from the efficient use of water through systems of water exploitation and other technologies, such as the use of efficient equipment. Structurally the ideas have been organized in order to make it easier for the reader to understand the benefits of a more rational use of water and the best method to do so. In the introduction the problems related to water use are presented, then we present the utilization systems that enable a more efficient use, which are the rainwater utilization system and the gray water utilization system, demonstrating their advantages and disadvantages. In the following chapters other technologies are presented, tax incentives and environmental assessment systems and in the final chapter nine case studies are presented, in which the simulator called UEFA is used. The creation of this simulator was a major objective of this work.

The studied systems are based on the rainwater utilization (SAAP) and gray water utilization (SAAC), aiming to demonstrate its importance and efficiency in the rational use of this resource, decreasing the consumption of main water in activities that do not require high quality water (eg the flushing of toilets, irrigation, etc.). Therefore, we used the simulator UEFA to help the investor to examine the benefit of applying these systems, to check if the implementation of such systems justifies the initial investment, which is assumed to be high, and to determine how much time is required for its amortization. The economic aspect is very important when deciding if the system is implemented or not.

In this dissertation we also enumerate economic incentives available for implementing these systems and sustainability assessment systems, which allow the assessment and recognition of the building that uses environmentally sustainable techniques, paying particular attention to existing systems in Portugal, such as the LiderA. This system will be applied to the case study presented in order to analyze the influence that the water resource has as far as the allocation of the final class of the building is concerned.

KEYWORDS: Efficient Use of Water, SAAP, SAAC, UEFA, LiderA

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. USO EFICIENTE DA ÁGUA.....	1
1.2. USO EFICIENTE DA ÁGUA EM PORTUGAL E LEGISLAÇÃO EXISTENTE	3
1.3. AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA HÍDRICA.....	6
1.3.1. MODELOS DE AVALIAÇÃO EXISTENTES NO MUNDO.....	6
1.3.2. MODELO DE AVALIAÇÃO VIGENTE EM PORTUGAL	7
1.4. CONSUMO NO SECTOR URBANO.....	9
1.4.1. MEDIDAS PARA POUPANÇA DE ÁGUA NO SECTOR URBANO.....	11
 2. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	 13
2.1. HISTÓRIA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	13
2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNDO E EM PORTUGAL	13
2.2.1. NO MUNDO	13
2.2.2. EM PORTUGAL	15
2.3. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SAAP)	16
2.3.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UM SAAP	17
2.3.2. USOS COMPATÍVEIS COM A UTILIZAÇÃO DE SAAP	18
2.3.3. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	18
2.3.3.1. Captação e Encaminhamento da água	20
2.3.3.2. Filtragem e Rejeição das primeiras águas.....	21
2.3.3.3. Armazenamento	23
 3. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS	 29
3.1. HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS	29
3.2. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS (SAAC).....	29
3.2.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UM SAAC	30
3.2.1.1. Descrição e Funcionamento de um Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas	30
3.2.1.2. Sistema de Tratamento	31
3.2.1.3. Custo de um Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas.....	33
3.2.1.4. Soluções para a utilização de águas cinzentas em autoclismos.....	34

4. OUTRAS TECNOLOGIAS	37
4.1. SISTEMA COMBINADO	37
4.1.1. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA COMBINADO	37
4.2. EQUIPAMENTOS EFICIENTES	38
4.2.1. AUTOCLISMOS	39
4.2.2. CHUVEIROS	42
4.2.3. TORNEIRAS	43
5. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	45
5.1. SISTEMAS DE RECONHECIMENTO E AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	45
5.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL	46
5.2.1. LEED - LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENT DESIGN	46
5.2.2. BREEAM - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD	48
5.3. SISTEMAS NACIONAIS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL	51
5.3.1. LIDERA	51
5.3.1.1. Critérios Base do Sistema LiderA	53
5.3.2. SBTOOL - PT	58
6. LEGISLAÇÃO E INCENTIVOS NA UTILIZAÇÃO DE SAAP E SAAC	61
6.1. LEGISLAÇÃO EXISTENTE E INCENTIVOS ECONÓMICOS NA APLICAÇÃO DE SAAP E SAAC	61
6.1.1. NO MUNDO	61
6.1.2. EM PORTUGAL	61
6.2. INFLUÊNCIA DE TÉCNICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS NO IMPOSTO MUNICIPAL SOBRE IMÓVEIS (IMI)	62
6.2.1. INCENTIVOS FISCAIS PRESENTES NO CIMI	63
6.2.2. TÉCNICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS	64
6.2.2.1. Incoerências presentes no CIMI	64
6.2.3. EXEMPLOS PRÁTICOS	65
6.2.3.1. Influência das técnicas ambientalmente sustentáveis no valor patrimonial tributário de uma moradia	65
6.2.3.2. Influência das técnicas ambientalmente sustentáveis no valor patrimonial tributário de um Apartamento	67
7. ANÁLISE ECONÓMICA DO USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS	69
7.1. INTRODUÇÃO	69

7.2. INVESTIMENTO	69
7.3. VALOR EFECTIVO	70
7.3.1. VALOR RESIDUAL	70
7.3.2. RESULTADOS ANUAIS CAPITALIZADOS	71
7.3.3. BENEFÍCIOS FISCAIS CAPITALIZADOS	72
7.4. RESULTADO LÍQUIDO DA APLICAÇÃO DO CAPITAL	72
7.5. TAXAS E TARIFAS USADAS NOS CASOS ESTUDADOS	72
8. PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE ECONÓMICA DE SOLUÇÕES PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA	75
8.1. ESTRUTURA DO PROGRAMA UEFA	75
8.1.1. MÓDULOS.....	75
8.2. MÓDULO 1: EQUIPAMENTOS	75
8.3. MÓDULO 2; APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS E ÁGUAS CINZENTAS.....	76
8.3.1. LINHAS GERAIS DO PROGRAMA RAPACR	76
8.3.2. ESCOLHA DA TECNOLOGIA E DADOS DE BASE	77
8.3.3. METODOLOGIA DE CÁLCULO.....	77
8.3.3.1. Exemplo Considerado.....	77
8.4. MÓDULO 3: ENERGIA	81
8.4.1. ENERGIA CONSUMIDA NA BOMBAGEM	81
8.5. MÓDULO 4: CUSTOS.....	82
8.6. MÓDULO 5: ANÁLISE ECONÓMICA	82
9. ESTUDO DE CASOS	83
9.1. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	83
9.2. CASO 1: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES EM VEZ DE EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS.....	85
9.3. CASO 2: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS, MAS AUTOCLISMOS ALIMENTADOS POR SAAP	90
9.3.1. DIMENSIONAMENTO.....	90
9.3.2. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO	91
9.3.2.1. Investimento.....	91
9.3.2.2. Resultados Anuais	92
9.3.2.3. Poupança no IMI	92
9.3.2.4. Taxas Usadas na Análise Económica	92
9.3.2.5. Conclusões para a Solução Equipamentos Tradicionais com SAAP.....	93
9.4. CASO 3: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES, MAS AUTOCLISMOS ALIMENTADOS POR SAAP.....	95
9.4.1. DIMENSIONAMENTO.....	95
9.4.2. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO	96

9.4.2.1. Investimento	96
9.4.2.2. Resultados Anuais	96
9.4.2.3. Poupança no IMI	96
9.4.2.4. Taxas Usadas na Análise Económica.....	96
9.4.2.5. Conclusões para a Solução Equipamentos Eficientes com SAAP	97
9.5. CASO 4: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SAAC	98
9.5.1. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO	99
9.5.1.1. Investimento	99
9.5.1.2. Resultados Anuais	99
9.5.1.3. Poupança no IMI e Taxas Usadas na Análise Económica	100
9.5.1.4. Conclusões para a solução Equipamentos Tradicionais com SAAC	100
9.6. CASO 5: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES E SAAC	101
9.7. CASO 6: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO	103
9.7.1. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO	104
9.7.1.1. Investimento	104
9.7.1.2. Resultados Anuais	105
9.7.1.3. Poupança no IMI e Taxas Usadas na Análise Económica	105
9.7.1.4. Conclusões para a Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado	105
9.8. CASO 7: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES E SISTEMA COMBINADO.....	107
9.9. CASO 8: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO TAMBÉM UTILIZADO PARA REGA	109
9.10. CASO 9: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO TAMBÉM UTILIZADO PARA REGA	112
9.11. APLICAÇÃO DO LIDERA PARA O CASO DE ESTUDO.....	114
10. CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES.....	117
10.1. CONCLUSÕES.....	117
10.2. RECOMENDAÇÕES	120
11. ANEXOS	127

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 - Previsão do número de dias secos consecutivos para o sudoeste Europeu	2
Figura 1.2 - Rótulo de Eficiência Hídrica adoptado em Portugal	8
Figura 1.3 - Consumos por sector na Europa	9
Figura 1.4 - Consumos por sector em Portugal	10

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Sistema de recolha de água da chuva no Brasil	15
Figura 2.2 - Sistema de Climatização que utiliza água da chuva	15
Figura 2.3 - Redução no escoamento superficial para áreas urbanizadas	17
Figura 2.4 - Etapas e componentes que constituem um SAAP	19
Figura 2.5 - Caixa de visita e electroválvula	21
Figura 2.6 - Filtro FGC1 da 3P Technik e sua localização	23
Figura 2.7 - Esquema de colocação do filtro e tubagens.....	23
Figura 2.8 - Filtro de fluxo	23
Figura 2.9 - Reservatórios de PEAD e de Betão Armado.....	24
Figura 2.10 - Distribuição da precipitação em duas cidades portuguesas e duas alemãs.....	26
Figura 2.11 – Custo de reservatórios em função da capacidade	27

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – Esquema de funcionamento de um SAAC numa moradia unifamiliar.....	31
Figura 3.2 – Esquema de funcionamento de um SAAC num Hotel.....	31
Figura 3.3 – Esquema de um sistema de tratamento	33
Figura 3.4 - Sistema individual para aproveitamento de águas de banho.....	35
Figura 3.5 - Reutilização de águas de duchas com um sistema centralizado	36

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Sistema de reciclagem de águas pluviais e de águas cinzentas	38
Figura 4.2 - Autoclismo AP 117 da Geberit.....	41
Figura 4.3 - Modelo de Chuveiro N2945CH.....	42
Figura 4.4 - Modelo de torneiras ecológicas com regulador de caudal	43

Figura 4.5 - Ponteira perlizadora e regulador de caudal	43
Figura 4.6 - Torneira de cozinha sem e com repuxo extensível	44

CAPÍTULO 5

Figura 5.1. – Logótipo LEED	46
Figura 5.2. – Fases de avaliação LEED	47
Figura 5.3. – Definição e ponderação das categorias de avaliação LEED [BAUER, 2009]	47
Figura 5.4. – Escala da classificação final LEED [BAUER, 2009]	48
Figura 5.5. – Logótipo Breeam	49
Figura 5.6. – Definição e ponderação das áreas de avaliação BREEAM [BAUER, 2009]	49
Figura 5.7. – Escala da classificação final BREEAM [BAUER, 2009]	49
Figura 5.8. – Logótipo CASBEE	50
Figura 5.9. – Descrição da fronteira hipotética no CASBEE [PINHEIRO, 2006]	50
Figura 5.10. – Escala da classificação final LEED [UNEP, 2008]	51
Figura 5.11. – Logótipo LiderA	51
Figura 5.12- Vertentes ambientais que estruturam o sistema LiderA	52
Figura 5.13 – Níveis de Desempenho Global.....	53
Figura 5.14 – Ponderação (em percentagem) para as 22 áreas do Sistema LiderA.....	57
Figura 5.15. – Logótipo SBTOOL-pt.....	58
Figura 5.16. – Metodologia SBTOOL-pt	59
Figura 5.17. – Escala de desempenho SBTOOL-pt	59

CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 7

CAPÍTULO 8

Figura 8.1 - Escolha do tipo de Aproveitamento a adoptar	77
Figura 8.2 - Características do Edifício	77
Figura 8.3 - Estações meteorológicas	78

CAPÍTULO 9

Figura 9.1 - Vista aérea do local.....	84
--	----

Figura 9.2 - Esquema do Condomínio e ligações ao reservatório comum	85
Figura 9.3 - Variação do saldo ao longo do tempo para diferentes taxas de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais vs Equipamentos Eficientes)	89
Figura 9.4 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Tradicionais com SAAP)	94
Figura 9.5 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Eficientes com SAAP)	98
Figura 9.6 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Tradicionais com SAAC)	101
Figura 9.7 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Eficientes com SAAC)	103
Figura 9.8 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado)	107
Figura 9.9 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado)	109
Figura 9.10 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para rega)	112
Figura 9.11 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para rega)	114

ÍNDICE DE QUADROS

CAPÍTULO 1

Quadro 1.1 - Categorias de Eficiências Hídricas para efeitos de rotulagem de chuveiros.....	8
---	---

CAPÍTULO 2

Quadro 2.1- Coeficientes de escoamento de acordo com o tipo de cobertura.....	20
---	----

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4

Quadro 4.1 - Datas de Lançamento da rotulagem de Eficiência Hídrica	39
Quadro 4.2 - Categorias de Eficiências Hídricas para efeitos de rotulagem de Autoclismos.....	40
Quadro 4.3 - Autoclismos certificados pela ANQIP da empresa Geberit Tecnologia Sanitária S.A.....	41
Quadro 4.4 - Chuveiros certificados pela ANQIP da empresa Ecofree	42

CAPÍTULO 5

Quadro 5.1 - Critérios associados à vertente da Integração Local.	53
Quadro 5.2 - Critérios do LiderA associados à vertente dos Recursos	54
Quadro 5.3 - Critérios associados à vertente das Cargas Ambientais	54
Quadro 5.4 - Vertente associada ao Controlo Ambiental e respectivos critérios.....	55
Quadro 5.5 - Vertente associada à Adaptabilidade Socio-Económica e respectivos critérios	55
Quadro 5.6 - Critérios associados à vertente da Gestão Ambiental e Inovação	56
Quadro 5.7 - Classe do Edifício segundo o LiderA	58

CAPÍTULO 6

Quadro 6.1 - Moradia Unifamiliar sem recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis	66
Quadro 6.2 - Moradia Unifamiliar com recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis	66
Quadro 6.3 - Apartamento sem recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis.....	67
Quadro 6.4 - Apartamento com recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis.....	68

CAPÍTULO 7

Quadro 7.1 - Tarifas de Consumo de Água na Cidade do Porto	73
--	----

CAPÍTULO 8

Quadro 8.1 - Quadro dos Consumos dos Equipamentos	76
Quadro 8.2 - Consumo Diário a Abastecer	78
Quadro 8.3 - Produção de Águas Cinzentas vs Consumo Diário	79
Quadro 8.4 - Volume abastecido pelo Sistema.....	79
Quadro 8.5 - Quadro de Introdução do Volume pretendido para o Reservatório	80

CAPÍTULO 9

Quadro 9.1 - Consumo com Equipamentos Tradicionais	86
Quadro 9.2 - Consumo com Equipamentos Eficientes	86
Quadro 9.3 - Custo de Equipamentos Tradicionais	87
Quadro 9.4 - Investimento em Equipamentos Eficientes.....	87
Quadro 9.5 - Quadro Resumo da Solução.....	88
Quadro 9.6 - Análise Económica da Solução (20 moradas) (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	88
Quadro 9.7 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes vs Equipamentos Tradicionais)	89
Quadro 9.8 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAP	90
Quadro 9.9 - Custos do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e SAAP).....	91
Quadro 9.10 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAP (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	93
Quadro 9.11- TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e SAAP)	94
Quadro 9.12 - Análise da Eficiência de Equipamentos Eficientes com SAAP	95
Quadro 9.13 - Custos do Reservatório (Equipamentos Eficientes e SAAP)	95
Quadro 9.14 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com SAAP (Exemplo para taxa de remuneração do capital de 4%)	97
Quadro 9.15 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e SAAP)	97
Quadro 9.16 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAC	99
Quadro 9.17 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAC (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	100
Quadro 9.18 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e SAAC)	100
Quadro 9.19 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com SAAC	101

Quadro 9.20 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com SAAC (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%).....	102
Quadro 9.21 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e SAAC)	102
Quadro 9.22 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado .	104
Quadro 9.23 - Custo do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado).....	104
Quadro 9.24 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	106
Quadro 9.25 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado)	106
Quadro 9.26 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado	107
Quadro 9.27 - Custos do Reservatório (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado).....	108
Quadro 9.28 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	108
Quadro 9.29 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado)	109
Quadro 9.30 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para rega	110
Quadro 9.31 - Custo do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado para rega) ...	110
Quadro 9.32 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para Rega (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	111
Quadro 9.33 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado para rega).....	111
Quadro 9.34 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para rega	112
Quadro 9.35 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para Rega (Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)	113
Quadro 9.36 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado para rega).....	113
Quadro 9.37 - Aplicação do LiderA á solução de Sistema Combnado	115

CAPÍTULO 10

Quadro 10.1 - Síntese do Estudo de Casos.....	118
---	-----

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

a.C - Antes de Cristo

ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

CIMI - Código do Imposto Municipal sobre Imóveis

DQA - Directiva Quadro da Água

EPA - Environmental Protection Agency

ETA - Especificações Técnicas

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

EUA - Estados Unidos da América

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GBTool - Green Building Tool

IMI - Imposto Municipal sobre Imóveis

LEED - Leadership in Energy and Environment Design

ONU - Organização das Nações Unidas

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PNA - Plano Nacional da Água

PNUEA - Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água

PRFV - Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro

RGAAR - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

SAAC - Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas

SAAP - Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais

SNIRH - Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos

TRI - Tempo de Retorno do Investimento

UV - Ultravioleta

WELS - Water Efficiency Labelling and Standards

1

INTRODUÇÃO

1.1. USO EFICIENTE DA ÁGUA

A água é fonte de vida na terra, um bem essencial e talvez o bem mais precioso e importante que a terra proporciona aos seres vivos, sendo decisiva para a sua sobrevivência. No planeta, 97,5% da água é salgada, a água doce corresponde somente aos 2,5% restantes, todavia 68,9% da água doce estão congeladas em calotes polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas, locais inacessíveis para uso humano pelos meios tecnológicos actuais. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta, sendo que apenas 0,266% da água doce está directamente acessível ao Homem sob a forma de lagos, rios e reservatórios (significa 0,007% do total de água doce e salgada existente no planeta). O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera em forma de vapor. [TOMAZ, 2003].

As águas que caem nos continentes têm três destinos: penetram no solo, fluem directamente para os cursos de água ou evaporam-se. A parcela de água que percola no subsolo atravessa-o lentamente, alcançando os rios que a encaminham até aos mares. É o chamado Ciclo Hidrológico, um "circuito fechado" em escala planetária, e funciona como tal há biliões de anos, sustentando a vida e participando no seu ciclo biológico.

Até metade do século XX, as necessidades de água cresceram gradualmente, acompanhando o lento aumento da população. Contudo na segunda metade desse século, o desenvolvimento tecnológico e industrial trouxe o desenvolvimento da sociedade e o evoluir do nível de vida, a que se juntou a expansão urbanística, a agricultura, a pecuária intensiva e a produção de energia eléctrica, gerando uma maior concentração da procura de água em quantidades cada vez mais elevadas.

Devido a esta situação, ao muito descuido que se observa pelos países e falta de visão relativa a este bem essencial, a água potável é hoje um recurso escasso que, de bem comunitário e patrimonial, se transformou ao longo das últimas décadas em bem económico. Para além disto, as alterações climáticas que se têm verificado têm agravado este panorama e prevê-se que em alguns países, como Portugal, a previsível redução da precipitação ou a alteração do seu regime possam a curto/médio prazo criar graves situações de crise. Espera-se que os Verões se tornem mais secos, como se pode verificar na Figura 1.1, que representa o registo e previsão para os próximos anos do número de dias secos (com precipitações inferiores a 1 mm) consecutivos para o Sudoeste Europeu.

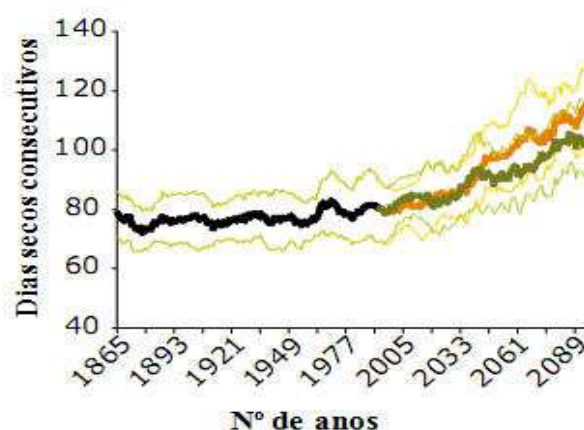


Figura.1.1 - Previsão do número de dias secos consecutivos para o sudoeste Europeu

European Environment Agency [2009]

Sendo este um bem finito e essencial à vida humana, é essencial procurar promover um uso eficiente deste recurso, pois se isso não acontecer pode num futuro, talvez não muito longínquo, existirem graves problemas devido à sua escassez. Portugal é um dos países em que se observa uma tendência para aumentar o nível médio de stress hídrico, devido essencialmente, aos factores anteriormente referidos, verificando-se actualmente, situações localizadas espacial e temporalmente em que a procura excede a disponibilidade [INAG, 2001]. No ano 2000 os custos da água representaram cerca de 1,65% do Produto Interno Bruto, 114.000 milhões de Euros. Quanto aos custos efectivos para os diversos tipos de utilização, verifica-se que o sector urbano passa a ser o mais relevante com 875 milhões Eur/ano, correspondendo a 46% do total, seguido da agricultura com 524 milhões Eur/ano (28%), e da indústria com 484 milhões Eur/ano (26%). É importante referir que uma grande parcela de água captada para consumo humano (40%) que não é, efectivamente, consumida ou aproveitada, devido a ineficiências de uso ou perdas, tem custos elevados para a sociedade (cerca de 0,64% do PIB) e sem benefícios. A ineficiência neste sector tem um custo 46% do seu valor total [INAG, 2001].

As inquietações relativamente ao stress hídrico, combinadas com as preocupações de preservação da qualidade da água e com os elevados valores de ineficiências, levam a concluir que é necessário actuar na redução das ineficiências em todos os sectores. No sector urbano a transição de uma prática centrada na gestão da oferta para a gestão da procura é essencial para aumentar a eficiência no uso da água [Almeida et al., 2006].

A utilização eficiente da água tem igualmente um elevado interesse económico, quer nacional, quer ao nível das entidades gestoras. Para que possam alcançar os seus objectivos assegurando uma gestão eficiente, as entidades gestoras têm necessidade de otimizar a utilização dos recursos existentes, nomeadamente através de uma redução dos custos de investimento e operação dos sistemas de abastecimento de água. As preocupações de eficiência também são indispensáveis para os consumidores, na medida em que há uma parcela da tarifa associada à ineficiência relativa à água que é efectivamente captada [Almeida et al., 2006; Baptista et al., 2001].

Uma gestão eficaz e eficiente dos recursos hídricos deve contemplar medidas que conduzam à alteração das práticas actuais, designadamente através do desenvolvimento de estratégias nacionais, regionais e locais. Os princípios orientadores dessas estratégias deverão ser a optimização da utilização deste recurso (eficiência de utilização), sem colocar em causa os objectivos pretendidos

(eficácia de utilização) ao nível das necessidades básicas e da qualidade de vida das populações e do desenvolvimento sócio-económico da região [Baptista et al., 2001].

Com o intuito de melhorar a eficiência no uso da água, foi elaborado o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água [Baptista et al., 2001]. É um instrumento de planeamento estratégico, no qual são definidas as orientações e prioridades de âmbito nacional para a promoção do uso eficiente da água em Portugal, nos sectores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para a minimização dos riscos de stress hídrico [Almeida et al., 2006].

1.2. USO EFICIENTE DA ÁGUA EM PORTUGAL E LEGISLAÇÃO EXISTENTE

Em Portugal existe bastante legislação referente à água e cada vez mais surgem documentos orientativos no sentido da promoção do seu uso eficiente. A actual Lei da Água constitui um documento fundamental para a eficaz e sustentável gestão da água em Portugal. Reflecte pela positiva o novo paradigma que associa a função económica e social da água, à progressiva escassez do recurso e à sua protecção no âmbito da gestão ambiental e do desenvolvimento duradouro.

Salienta-se ainda a tomada de consciência da comunidade nacional e internacional para o novo posicionamento que as sociedades devem assumir face à importância estratégica da água e ao seu valor patrimonial, que é reflectida nos instrumentos normativos e de planeamento mais recentes.

O Plano Nacional da Água (PNA), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 112/2002, de 17 de Abril, é o instrumento de gestão das águas, de natureza estratégica, que estabelece as grandes opções na política nacional da água, assim como os princípios e as regras de orientação dessa política. Consolida um plano sectorial que, assentando numa abordagem conjunta e interligada de aspectos técnicos, económicos, ambientais e institucionais, envolvendo os agentes económicos e as populações directamente interessadas, tem em vista estabelecer, de forma estruturada e programática, uma estratégia racional de gestão dos recursos hídricos nacionais. A Medida P7M1 “Uso eficiente da água – Abastecimento público e industrial”, do Eixo 3 “Gestão sustentável da procura”, do Programa 7 do PNA, “Conservação dos recursos hídricos”, refere a promoção de uma utilização eficaz e sustentável da água [INAG, 2001].

A Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE), tem como objectivo estabelecer um quadro comum para a protecção das águas, promover a sua utilização sustentável, proteger o ambiente, melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e mitigar os efeitos das cheias e das secas.

A DQA tem preocupações, essencialmente, em termos de qualidade, mas também em termos de quantidade. No ponto 11 refere a necessidade de uma utilização ponderada e racional dos recursos naturais e promove um consumo de água sustentável, baseado numa protecção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis [alínea b) artigo 1º].

Esta Directiva impõe também a alteração do regime económico-financeiro aplicável à utilização das águas e inclui a aprovação dos preços da água, que constituem incentivos para a sua utilização eficiente (artigo 9º). Segundo a Directiva, um meio para atingir o desenvolvimento sustentável é a reestruturação do processo de tarifação da água. A água sempre foi encarada como um bem abundante, favorecendo o seu uso e abuso desmesurado, negligenciando o seu preço. A Comissão Europeia aposta num papel crescente do sistema de tarifas, com o objectivo de reforçar a utilização sustentável da água. Assim sendo, a aplicação eficaz de tarifas deverá funcionar como um incentivo para a redução do desperdício de água.

A Lei da Água, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que transpõe para o direito interno a Directiva Quadro da Água, estabelece as bases para a gestão sustentável das águas, assim como o quadro legal para a sua gestão. De acordo com esta Lei, a gestão dos recursos hídricos deve observar, entre outros, os seguintes princípios:

- Princípio do valor social da água, que consagra o seu acesso universal para as necessidades humanas básicas, como é o abastecimento público de água a custo socialmente aceitável;
- Princípio do valor económico da água tendo por base o princípio do poluidor/pagador, no qual se consagra o reconhecimento da escassez actual ou potencial deste recurso e a necessidade de garantir a sua utilização economicamente eficiente, com a recuperação dos custos dos serviços de águas;
- Princípio da prevenção, por força do qual as acções com efeitos negativos no ambiente devem ser consideradas antecipadamente, de forma a eliminar as próprias causas de alteração do ambiente ou reduzir os seus impactes.

Verifica-se neste diploma legal, o grande realce dado aos indicadores económicos, principalmente o princípio de recuperação de custos, o princípio do poluidor/pagador e do utilizador/pagador. O objectivo é aproximar o preço da água de valores reais e de promover o uso eficiente da água através de princípios de gestão de procura. Estabelece também um enquadramento para uma utilização sustentável, evitando a degradação dos recursos hídricos e garantindo a sua protecção a longo prazo.

Neste enquadramento foi elaborado o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água [Baptista et al., 2001], aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros 113/2005, de 30 de Junho de 2005, cuja apresentação será efectuada seguidamente, tal como o Programa Estratégico de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais.

No entanto os processos de aplicação destes documentos têm demorado algum tempo, como é o caso do PNUEA e da Lei da Água.

1.2.1. PROGRAMA ESTRATÉGICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

O Plano Estratégico de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais 2007- 2013 (PEAASAR II) destaca a aplicação das disposições da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, Lei da Água, que estão directamente relacionadas com o incentivo ao uso eficiente da água e contém as seguintes orientações para reestruturar o sector das águas [MAOTDR, 2007]:

- Obter níveis adequados de quantidade, qualidade e eficiência dos serviços;
- Servir 95% da população total do País com sistemas públicos de abastecimento de água;
- Criar condições para a cobertura integral dos custos dos serviços, como forma de garantir a sustentabilidade do sector perante as gerações futuras, nomeadamente através da aplicação de tarifas que reflectam o preço justo da água, e do respectivo serviço, adaptado ao poder de compra dos utilizadores;
- Promover a gestão sustentada dos recursos hídricos, o uso eficiente da água e o desenvolvimento sustentável.

Este documento estratégico incorpora de forma clara algumas orientações do PNUEA [Baptista et al., 2001], podendo ser um importante documento para a sua promoção.

1.2.2. PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA (PNUEA)

Com o objectivo de melhorar a eficiência no uso da água, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento sócio económico do País, foi

elaborado o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água que foi aprovado pelo Governo, nas suas linhas gerais, em Dezembro de 2001.

Neste Programa é feito um diagnóstico do consumo de água em Portugal, da água que é utilizada em Portugal no sector urbano, agrícola e industrial, indicando-se um conjunto de medidas para aumentar a eficiência no uso da água, definindo-se prioridades de implementação segundo critérios que têm em conta o potencial de poupança, a facilidade de implementação, a relação custo/benefício e o potencial para a redução da poluição dos meios hídricos e dos consumos de energia [Baptista et. al, 2001].

Este Programa contém 87 medidas que são importantes para o uso eficiente da água, das quais 50 se destinam ao sector urbano, 23 ao sector agrícola e 14 ao sector industrial. Nos usos urbanos incluem-se medidas ao nível dos sistemas públicos de abastecimento, dos sistemas prediais de abastecimento e de instalações colectivas, dos dispositivos em instalações residenciais, colectivas e de usos exteriores. Para cada medida é feita uma rápida caracterização (descrição, beneficiários, vantagens e inconvenientes), analisado o potencial de redução dos consumos, a redução dos volumes de água e a eficiência potencial na redução. São também descritos os mecanismos ou instrumentos apropriados para a sua implementação, quais as entidades responsáveis e os destinatários.

A análise de viabilidade das medidas foi feita utilizando critérios:

- Económicos, através da estimativa do valor monetário correspondente à poupança da água;
- Tecnológicos, analisando a existência no mercado dos equipamentos ou produtos necessários à implementação da medida;
- Funcionais, avaliando as dificuldades de implementação, operação e manutenção adicional associadas à medida em causa;
- Ambientais, verificando quais os benefícios ou impactes negativos para o ambiente em resultado da implementação da medida;
- Sociais, que correspondem à aceitação expectável por parte dos utilizadores dessa medida;
- De saúde pública, onde são analisados os riscos potenciais para a saúde pública que a implementação da medida possa introduzir.

Este Programa foi desenvolvido para um horizonte de 10 anos e tem como propósito principal atingir 80% na eficiência de utilização da água, o que traduz uma poupança de 160×10^6 m³ de água por ano e uma redução de custo no valor de 244×10^6 €/ano, dentro do seu horizonte de aplicação.

O P.N.U.E.A. está estruturado em quatro áreas programáticas:

- AP1 – Sensibilização, informação e educação;
- AP2 – Documentação, formação e apoio técnico;
- AP3 – Regulamentação técnica, rotulagem e normalização;
- AP4 – Incentivos económicos, financeiros e fiscais.

Cada medida proposta pode integrar uma ou mais acções e áreas programáticas, tendo sido atribuídas prioridades de aplicação.

A consciencialização dos cidadãos para a fatal e sucessiva escassez de água ajudará no futuro para uma maior e melhor racionalização deste recurso.

Os consumidores através de pequenas remodelações possíveis de efectuar em suas casas, alterando hábitos e comportamentos, provocarão benefícios para todas as formas de vida que dependem da água. Deste modo, a eficiência na gestão da água é um imperativo ambiental.

Um mecanismo essencial para a implementação desta medida incluirá a normalização que consiste no desenvolvimento de normas portuguesas relativas a procedimentos e critérios a utilizar na reutilização

ou uso de água de qualidade inferior em instalações prediais, incluindo as várias alternativas, como sejam água captada não tratada, águas cinzentas ou água pluvial, excluindo águas negras (águas com resíduos originários de sanitas).

Propõe-se no programa a rotulagem dos dispositivos de utilização prediais (autoclismos, chuveiros, etc.), no sentido de disponibilizar aos consumidores informação necessária para a caracterização dos sistemas em termos da sua eficiência hídrica e de energia, propondo que esta medida venha a ter carácter obrigatório após um período de transição. Será essencial a certificação, homologação e verificação, em conformidade com normas de produtos de iniciativa de fabricantes de equipamentos que existam ou venham a ser colocados no mercado com a finalidade de serem utilizados para a reutilização de água de habitação ou outras instalações.

Assim para a implementação destas medidas torna-se importante o envolvimento de empresas, de entidades gestoras e de organizações não governamentais. Sendo a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais) a única grande associação nacional no sector das instalações prediais, que abrange empresas, universidades e entidades gestoras no sector, tem a responsabilidade de desenvolver e promover este processo, através de um sistema de certificação e rotulagem dos dispositivos.

1.3. AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA HÍDRICA

De forma a promover uma utilização eficiente da água, tiveram de se utilizar medidas que incentivassem os consumidores a recorrer a equipamentos eficientes no seu uso.

Tal como já referido, um método utilizado foi a rotulagem da eficiência hídrica dos dispositivos. Em alguns países já se verificam estes modelos de avaliação, sendo que em Portugal através da ANQIP, também já está previsto a aplicação destes modelos.

Serão apresentada de seguida, alguns dos modelos existentes nos diversos países, tal como, será apresentada uma descrição da ANQIP e do respectivo modelo de certificação e rotulagem.

1.3.1. MODELOS DE AVALIAÇÃO EXISTENTES NO MUNDO

A avaliação e respectiva rotulagem da eficiência hídrica de produtos tem sido implementada em diversos países de forma voluntária. Em alguns países, porém não existe uma gradação dessa eficiência, mas sim um rótulo de eficiência atribuído quando os consumos se situam abaixo de um determinado valor. É o caso, por exemplo, dos sistemas de rotulagem adoptados nos Estados Unidos ou nos Países Nórdicos. Noutros casos (Austrália e Irlanda/Cidade de Dublin, por exemplo), o rótulo estabelece uma classificação variável com a eficiência do produto.

Nos anos 80, o enorme interesse pelas questões ambientais impulsionou a associação de vários países nórdicos para desenvolvimento de um trabalho conjunto neste âmbito. A Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia e Islândia adoptaram o Nordic Swan eco-label. Esta rotulagem indica se o produto é bom do ponto de vista ambiental, incentivando os fabricantes a desenvolver produtos benéficos para o ambiente. O Nordic Swan engloba 60 categorias. Relativamente á categoria dos produtos hídricos, estão incluídos os sistemas de autoclismos, máquinas de lavar e sistemas de lavagem.

No Reino Unido pelo facto de no Sudoeste de Inglaterra existir menos água disponível do que a maior parte dos países Europeus, há necessidade de racionalizar o seu uso. Para tal, foi fundada em Setembro de 2005, a Waterwise. A Waterwise é uma organização não governamental, que tem como objectivo

promover o uso eficiente da água, possibilitando uma redução no consumo de água no Reino Unido até 2010. Em 2006 fundou-se a Marca Waterwise, que se atribui anualmente a produtos que comprovam um uso eficiente da água ou que possibilitam a redução do seu desperdício. A Waterwise atribui grande importância aos consumos de água na lavagem pessoal (banhos, etc.) e nos autoclismos.

Na Irlanda, em Dublin foi lançado em cooperação com a Dublin Region Water Conservation Project, um sistema voluntário, que numa primeira fase incide, principalmente, sobre as máquinas de lavar roupa e louça

Em Julho de 1970 foi fundada nos Estados Unidos a EPA - Environmental Protection Agency. Tinha como principal missão a protecção da saúde pública e do ambiente. Esta entidade surgiu com o objectivo de combater os problemas relacionados com o rápido crescimento populacional que se verificou, pois a população duplicou entre os anos de 1950 e 2000. Este aumento triplicou as necessidades de água, o que levou à necessidade primordial de tornar o uso da água eficiente. Nos Estados Unidos, a grande maioria dos consumos das residências devem-se às descargas dos autoclismos (cerca de 40%), sendo o segundo maior consumo o das máquinas de lavar roupa. Assim a EPA desenvolveu um programa, designado por WaterSense, de forma a incentivar a utilização de produtos e serviços eficientes do ponto de vista hídrico, para motivar todos os intervenientes na utilização da água, quer os produtores dos equipamentos, quer os consumidores, ao uso consciente deste recurso. No WaterSense são desenvolvidas especificações por produto, além de estabelecer igualmente especificações para alta eficiência dos WC e sistemas de rega, sendo que a avaliação da eficiência hídrica é feita em conjunto com a avaliação da performance do produto. A obtenção de certificação para os produtos tem custos para o produtor.

Outro sistema de avaliação existente é o WELS – Water Efficiency Labelling and Standards. Este sistema foi criado na Austrália, pelo seu governo em 1 de Julho de 2005, e pretende informar os consumidores sobre a eficiência hídrica de alguns produtos. Classifica os autoclismos, os chuveiros, as máquinas de lavar roupa, as máquinas de lavar louça, etc. de acordo com a sua eficiência hídrica. A conservação da água é promovida através da rotulagem que possibilita ao consumidor a escolha do equipamento mais eficiente. Esta classificação é atribuída através de resultados obtidos em ensaios em laboratórios. A marca WELS tem um determinado número de estrelas que permite uma rápida comparação entre produtos e uma figura que demonstra o consumo ou caudal do dispositivo. As estrelas podem ir de 0 a 6, significando o maior número de estrelas uma maior eficiência.

1.3.2. MODELO DE AVALIAÇÃO VIGENTE EM PORTUGAL

Em Portugal, a avaliação e a rotulagem dos equipamentos foi desenvolvido e proposto pela ANQIP no ano de 2008.

A ANQIP é uma associação portuguesa sem fins lucrativos, criada em 2007, que tem entre os seus associados diversas Universidades, empresas do sector, entidades gestoras e técnicos em nome individual, cuja principal missão é a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais de abastecimento de água e de drenagem. A ANQIP "desenvolve/apoia a realização de estudos técnicos e/ou científicos, incentiva técnicos, instaladores e outros intervenientes para a participação em acções de formação, edita publicações, promove seminários, colóquios e outros eventos de carácter técnico e/ou científico, divulga estudos, normas e regulamentos, desenvolve sistemas voluntários de certificação de qualidade e de eficiência hídrica para uso dos seus associados e de outras entidades interessadas, realiza - por solicitação externa - auditorias a instalações existentes ou em construção e dá pareceres sobre projectos, quando solicitada para tal"

O modelo adoptado para a rotulagem dos equipamentos é um modelo voluntário que irá ser implementado de forma progressiva, iniciando-se pelos autoclismos das bacias de retrete, por representarem o principal consumo nas redes prediais.. As cores base são o verde e o azul.



Figura.1.2 - Rótulo de Eficiência Hídrica adoptado em Portugal

A melhor eficiência de um produto corresponde à letra A, utilizando-se também uma indicação gráfica por gotas, para melhor compreensão do símbolo, bem como uma pequena barra lateral indicativa. A existência das classificações A+ e A++ tem em vista algumas aplicações especiais ou condicionadas. A ANQIP desenvolveu Especificações Técnicas (ETA) para os diversos produtos, de modo a estabelecer os necessários valores de referência para atribuição de cada uma das letras indicando as condições de realização dos ensaios de certificação.

A ANQIP irá estabelecer protocolos com as empresas interessadas em aderir ao sistema, através do qual serão definidas as condições em que os rótulos podem ser emitidos e utilizados, controlando o processo, realizando ensaios periódicos aleatoriamente aos produtos rotulados que são colocados no mercado, por laboratórios acreditados ou reconhecidos pela Associação.

Apresentam-se no Quadro 1.1, as categorias definidas na Especificação Técnica ANQIP 0806, para chuveiros.

Quadro 1.1 - Categorias de Eficiências Hídricas para efeitos de rotulagem de chuveiros

CAUDAL (Q) (l/min)	Chuveiro	Sistemas de duche	Sistema de duche com torneira termoestática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termostática e eco-stop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++ (1)	A++ (1)
$5,0 < Q \leq 7,2$	A	A	A+	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	A
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	B
$30,0 < Q$	E	E	D	C

Nota (1): não se considera de interesse a utilização de eco-stop nestes casos

Os rótulos A e A+ aplicáveis a chuveiros com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min deverão ter associada a indicação "Recomendável a utilização com torneiras termostáticas". Produtos com

possibilidade de regulação pelo utilizador, a certificação pode ser concedida para a categoria mais eficiente, desde que tal critério esteja patente ao consumidor, de forma clara e inequívoca, em referência que deve ser colocada junto ao rótulo. Os sistemas de duche com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min e sem torneira termostática só poderão ser certificados quando acompanhados de aviso escrito ao consumidor sobre o risco de escaldão.

No caso da venda de componentes ou partes de um produto certificado e desde que fique claramente especificada essa condição e seja reportado o produto final que se encontra certificado, pode ser referida a certificação e colocado o rótulo nas respectivas embalagens ou produtos. (ETA0806)

1.4. CONSUMO NO SECTOR URBANO

Após terem sido descrito legislações e medidas que permitem melhorar a eficiência do uso da água no sector urbano, importa agora descrever quais os principais consumidores deste recurso assim como enunciar medidas ou estratégias que possibilitem uma poupança eficaz de água. O sector urbano que tem como principais intervenientes as habitações, os edifícios comerciais e institucionais.

O sector urbano, apesar de não ser esse o sector em que se verificam os maiores consumos de água em Portugal e na Europa, como se pode observar pelas Figuras 1.3 e 1.4, envolve um esforço enorme no tratamento da água, no transporte até ao consumidor e no respectivo tratamento, com os consequentes impactes ambientais e financeiros.

Consumo de água por sectores na Europa

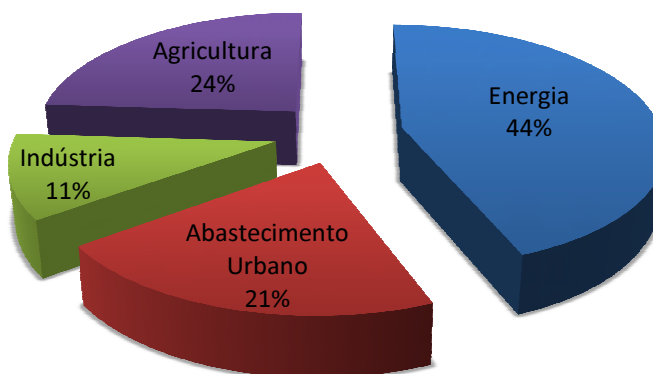


Figura.1.3 – Consumos por sector na Europa
European Environment Agency

Consumo de água por sectores em Portugal

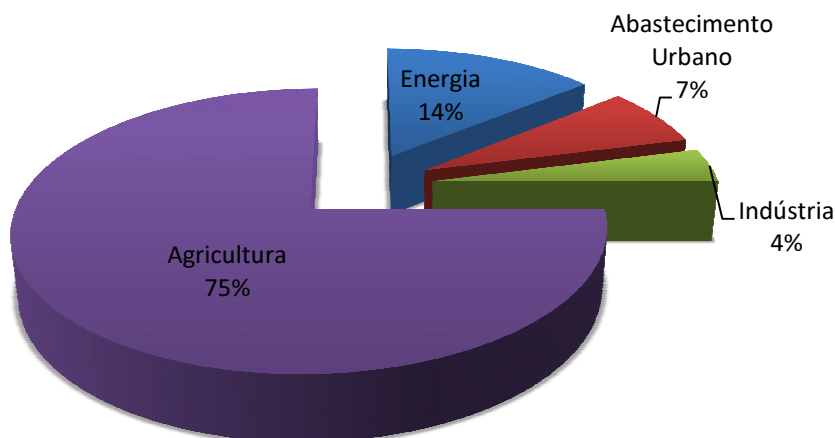


Figura.1.4 – Consumos por sector em Portugal
Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA)

Tal como se pode observar a agricultura é claramente o maior utilizador em Portugal (87% do total), representando o abastecimento às populações 8% e a indústria 5%.

Relativamente aos custos efectivos para os diversos tipos de utilização, o sector urbano é o mais relevante com 875 milhões €/ano, correspondendo a 46% do total, seguido da agricultura com 524 milhões €/ano (28%), e da indústria com 484 milhões €/ano (26%). Os custos adoptados no uso urbano foram de 1 €/m³ quer no abastecimento de água quer na drenagem e tratamento de águas residuais resultantes. Os custos adoptados no uso agrícola foram de 0,08 €/m³, e os de uso industrial foram de 1 Eur/m³ no abastecimento de água a partir da rede pública (16% do consumo), de 0,125 €/ m³ no abastecimento de água a partir da captação própria (84 % do consumo) e de 1,25 €/ m³ na drenagem e tratamento das águas residuais resultantes.

O uso da água no sector urbano é pautado por grandes ineficiências da utilização dos recursos hídricos, que dizem respeito não só ao elevado volume de perdas dos sistemas de abastecimento de água como também devido à escassez de informação relativa aos consumos autorizados não facturados e à forma como se utiliza a água. Sendo este sector o que tem maiores custos associados à utilização da água, a gestão eficiente da água, para além dos benefícios ambientais, tem elevados benefícios económicos, sendo estes a principal motivação das entidades gestoras.

No consumo urbano, a mais eficaz forma de poupança centra-se, por ordem decrescente de importância, na redução dos consumos nos autoclismos, nos duches/banhos e perdas nos sistemas públicos. Para além disso, a redução no consumo urbano permite diminuir a pressão nos recursos hídricos, principalmente quando a sua fonte são barragens ou aquíferos.

O maior potencial de poupança no uso agrícola diz respeito à rega por gravidade. Quanto ao uso industrial, centra-se na parcela da indústria transformadora.

Para reduzir o consumo de água neste sector existem algumas medidas importantes que serão seguidamente enunciadas.

1.4.1. MEDIDAS PARA POUPANÇA DE ÁGUA NO SECTOR URBANO

As medidas mais importantes que permitem uma redução do consumo e desperdício de água no sector urbano são :

- Redução no consumo – Promover a utilização de equipamentos eficientes, equipamentos estes que permitem uma redução considerável no consumo de água potável, será uma solução bastante interessante uma vez que é de fácil implementação.
- Aproveitamento das águas pluviais – Sistemas que aproveitem água das chuvas são uma boa escolha, pois além de permitir com a sua utilização diminuir os gastos de água potável, permite reduzir o escoamento superficial e possíveis riscos de cheias. O único problema desta solução, sem falar no aspecto económico, é a não regularidade desta fonte, pois nem sempre se verifica precipitações no local de implementação do sistema
- Aproveitamento das águas cinzentas – Os sistemas de águas cinzentas são outra forma de promover a reutilização da água, sendo que o fornecimento de água destes sistemas é constante, não havendo o risco de não existir abastecimento como o que se verifica com a água das chuvas.

Estas três medidas serão descritas e apresentadas de forma sucinta neste relatório, assim como serão apresentados casos práticos que comprovam a sua utilidade e benefício para uma utilização mais eficiente da água.

2

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

2.1. HISTÓRIA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento de águas pluviais para usos urbanos é uma prática muito antiga, mas que devido à evolução da humanidade, das exigências desta, tornando-se quase obrigatório uma sucessiva evolução e expansão dos sistemas de abastecimento público de água, foi-se abandonando esta prática ao longo do tempo. Existem reservatórios escavados desde 3600 a.C, sendo Israel um dos exemplos mais conhecidos, onde existe a famosa fortaleza de Masada, com dez reservatórios escavados na rocha, com capacidade total de 40 milhões de litros, e a pedra Moabita, uma das inscrições mais antigas no mundo, que foi encontrada no Médio Oriente e que data de 850 a.C, onde o Rei Mesha dos Moabitas sugere que as habitações aproveitem a água das chuvas. Também na China, nos planaltos de Loess, há mais de dois mil anos, se pode ver tanques para armazenar água da chuva.

Actualmente, este tipo de aproveitamento volta a ganhar uma extrema importância, pois o recurso água é um bem cada vez mais valioso e precioso, pois se for sobre-explorado poderá não ser suficiente para atender às exigências cada vez maiores deste recurso, sendo que questões sobre a escassez de água levantam preocupações cada vez maiores. Portanto é cada vez mais importante procurar sistemas que permitam uma utilização mais eficiente da água, sendo a utilização de sistemas de aproveitamento de água das chuvas um dos principais.

2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNDO E EM PORTUGAL

2.2.1. NO MUNDO

Um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de água pluvial além de promover estudos e pesquisas nessa área, é o Japão. Como exemplo, tem-se o caso de Tóquio, onde regulamentos do governo metropolitano obrigam que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² (metro quadrado) utilizem mais de 100 m³ (metro cúbico) por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas). Além disso, a fim de evitar enchentes, devem ser construídos reservatórios de detenção de água de chuva em áreas de terrenos maiores de 10.000 m² (metro quadrado) ou em edifícios que tenham mais que 3.000 m² (metro quadrado) de área construída. [TOMAZ, 2003]

A Austrália é um país com longa tradição no aproveitamento da água pluvial, resultado das sucessivas secas e do aumento da procura de água. O complexo de 1.300 apartamentos Star City, localizado em Seoul, pode armazenar 3.000 m³ de água em 3 tanques separados sendo que uma parte da água é utilizada em sanitas e jardins e outra é guardada para situações de emergência.

Na Alemanha, a população e as autoridades públicas estão apoiando activamente o aproveitamento de água de chuva. A ideia é poupar água potável, não a utilizando na descarga de autoclismos, substituindo-a por água recolhida no telhado. Hamburgo foi a primeira cidade Alemã a instalar SAAP's a partir de 1988, havendo até o ano 2000 aproximadamente 1500 sistemas privados de recolha da água da chuva. ["The Rainwater Technology Handbook 2001; TOMAZ, 2003]

Na Alemanha temos como exemplos o centro comercial Alexa, pertencente ao grupo Sonae Sierra, e a clínica Bad Hersfeld, situada em Hussen. No caso do centro comercial, neste é feita a recolha da água pluvial para utilização nos sistemas de refrigeração e combate a incêndio. Já na clínica a água das chuvas que é recolhida, é utilizada na descarga dos autoclismos e no sistema de refrigeração das máquinas, reaproveitando o calor. Neste caso é estimado que se poupe cerca de 6180 m³ de água potável anualmente.

O Brasil é outro país onde o aproveitamento de água pluvial tem sido muito incentivado e onde já existem vários exemplos da sua utilização. No nordeste brasileiro a falta de água nos açudes, lagoas e nos rios, que são temporários naquela região, e a salinidade das águas subterrâneas são factores que levam parte da população nordestina a utilizar a água da chuva para suprir as necessidades de uso doméstico e das actividades na agricultura. O Semi-árido brasileiro foi o pioneiro na arte de captação de águas pluviais. Existem várias experiências de tecnologias de sucesso de captação e utilização de água de chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, na sua maioria, desenvolvidas por agricultores familiares. Na cidade de Guarulhos, estado de São Paulo, algumas indústrias utilizam água de chuva para suprimento de alguns pontos na sua produção. É realizado um aproveitamento de água de chuva em uma indústria de tingimento de tecidos, captada através de um telhado de 1.500 m² (metro quadrado) e armazenada em reservatório subterrâneo de 370 m³. Já em Blumenau, cidade localizada no estado de Santa Catarina, foi instalado um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel com 569,50 m² de área de cobertura (área de captação). O volume do reservatório utilizado é de 16.000 litros, estimando-se a economia anual de água potável em torno de 684.000 litros.

No estádio João Havelange, no Rio de Janeiro, e no aeroporto Santos Dumont faz-se aproveitamento da água da chuva. No caso do estádio, este possui uma capacidade média de 953 m³ de água da chuva por mês, e aeroporto uma reserva média de 1085 m³ por mês.

Um projecto Brasileiro que revela o interesse e o empenhamento deste país no desenvolvimento deste tipo de sistemas, tendo merecido um reconhecimento internacional através de um prémio atribuído pela Organização das Nações Unidas (ONU), é o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). Este programa tem como objectivo a construção de um milhão de reservatórios no semi-árido brasileiro, onde se prevê um benefício para mais de 5 milhões de pessoas.



Figura.2.1 - Sistema de recolha de água da chuva no Brasil

2.2.2. EM PORTUGAL

Em Portugal, apesar de este tipo de aproveitamentos não estar ainda a ser muito divulgado e promovido, existem já alguns exemplos de edificações em que se aproveitam as águas pluviais.

O empreendimento cooperativo da "Ponte da Pedra", situado em Leça do Balio (Matosinhos, utiliza água da chuva nas suas 101 habitações para rega de Jardins e abastecimento de autoclismos.

O ateliê de arquitectura do edifício Oceanos na Avenida da Boavista (Porto) também reutiliza água da chuva, apresentando uma solução bastante interessante. Pelo facto do espaço apresentar uma grande exposição solar, e com o objectivo de o climatizar, instalou-se um sistema de cortina de água, em que esta é bombada de um reservatório que se encontra no terraço para o topo do telhado envidraçado, onde esta escorre lentamente pela caleira e regressa ao reservatório. Esta solução, além de permitir uma diminuição da temperatura no Verão em cerca de 5°C, reutilizar a água da chuva, pois esta ao cair no telhado é canalizada para o reservatório.



Figura.2.2 - Sistema de Climatização que utiliza água da chuva

Também no Parque Oriente em Lisboa, foi lançado um projecto que prevê a construção de um sistema para aproveitamento de água das chuvas e águas cinzentas. Neste projecto é relevante mencionar a

participação da Câmara Municipal de Lisboa e da concessionária EPAL na implementação deste sistema. Esta participação tem como objectivo de, por um lado garantir ao utilizador final a qualidade da água de consumo (seja esta potável da rede ou reciclada) e por outro garantir que a tecnologia é assimilada, testada e finalmente replicada. Esta experiência piloto trará à Câmara Municipal de Lisboa e à concessionária EPAL a oportunidade de explorar novas áreas de negócio, em simultâneo com o desenvolvimento sustentável, podendo estas entidades preparar-se para o mercado futuro, lançando bases para a sua utilização em outras áreas da cidade de Lisboa, e para o cumprimento das novas directivas comunitárias que potenciam o desenvolvimento sustentável.

Mais um exemplo deste tipo de aproveitamento é a Casa Oásis. A Casa Oásis é uma habitação unifamiliar, utilizada para fins turísticos, que se situa no Algarve, no concelho de Faro. Com o sistema implementado, verifica-se uma minimização total dos consumos de água de abastecimento da rede. A moradia não se encontra ligada ao sistema municipal. Possui um sistema de recolha de águas da chuva, em que estas são armazenadas num reservatório enterrado e, dependendo das necessidades, esta é utilizada nas actividades interiores, como por exemplo para descarga de autoclismos, não sendo utilizada apenas para cozinhar e beber. Adicionalmente, no que respeita à redução dos consumos de água em espaços comuns e exteriores, dadas as características que se verificam dos espaços exteriores, os consumos de água para rega são muito reduzidos e não existem águas de escorrência para fora do local, executando estas o seu percurso natural quando chove.

Como se pode ver já existem alguns exemplos deste tipo de aproveitamentos em Portugal, no entanto é esperado que com as preocupações que já se verificam, a divulgação e promoção deste tipo de aproveitamentos e com os devidos incentivos económicos (assunto a ser abordado detalhadamente num capítulo deste trabalho), se verifica um aumento de edificações que utilizem este tipo de solução.

2.3. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SAAP)

"Um sistema de águas pluviais é um sistema que aproveita, recupera e utiliza água da chuva, um meio ecológico de utilização contínua e renovada de um bem essencial"

[www.all-aqua.pt]

O SAAP (designação criada na FEUP) consiste na recolha da água da chuva, através de uma superfície, encaminhando-a através de órgãos de condução (caleiras, tubos de queda) podendo sofrer um processo de filtragem, até um reservatório à superfície ou enterrado. Esse reservatório armazena a água até que se dê a utilização pretendida.

Um SAAP tem as seguintes fases:

- Captação (na cobertura dos edifícios e garagens)
- Pré-tratamento (filtragem e eventualmente sistemas de tratamento em função da actividade a que se destina);
- Armazenamento (em reservatórios à superfície ou enterrados);
- Utilização (bombagem e distribuição para descarga de autoclismos, lavagem de exteriores, rega,etc)

O potencial do SAAP depende do regime de precipitação do local onde será implementado (da sua variabilidade temporal e dos volumes precipitados), da existência de maior ou menor capacidade de armazenamento de água pluvial e da disponibilidade de superfícies úteis de recolha (telhados ou outras superfícies). As tecnologias necessárias para a captação e armazenamento de água pluvial são normalmente simples de instalar e de fácil utilização. A população local pode facilmente ser treinada para implementar essas tecnologias e os materiais de construção ou soluções prontas a instalar estão disponíveis no mercado [GDRC, 2005].

2.3.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UM SAAP

Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais apresentam várias vantagens, sendo a sua utilização possível para várias actividades, desde a descarga de autoclismos, lavagem de exteriores, rega até à possibilidade de consumo humano.

Esta técnica permite [Almeida et al., 2006; Perdomo et al., 2005; Philips, 2005]:

- Contribuir para a conservação da água;
- Reduzir a dependência que existe das reservas de água subterrânea que quando sobre exploradas esgotam;
- Reduzir o consumo de água da rede pública e o custo associado;
- Reduzir os custos de exploração dos sistemas de abastecimento de água;
- Evitar a utilização de água potável em usos compatíveis com qualidade inferior, como por exemplo, na lavagem de pavimentos, rega de hortas e jardins, etc. ;
- Contribuir para controlar as inundações, armazenando parte da água responsável pelo escoamento superficial. (Figura 2.3)
- A água da chuva é uma água macia, o que pode ser benéfico na sua utilização nas máquinas de lavar a roupa, pois ajuda a evitar a formação de incrustações de calcário nestas.

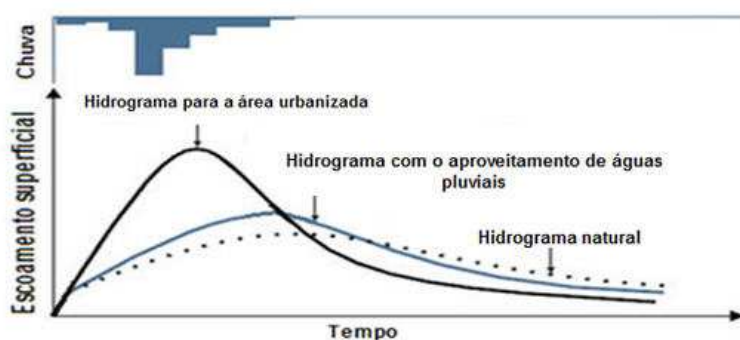


Figura. 2.3 - Redução no escoamento superficial para áreas urbanizadas

United Nations Environmental Programme, [2009]

As desvantagens estão sobretudo associadas à variabilidade temporal da precipitação, pois o suprimento é limitado uma vez que depende da quantidade de precipitação e da área do telhado, e à qualidade da água, uma vez que se a sua utilização for para consumo humano e esta não for devidamente tratada poderá pôr em causa a saúde humana. De acordo com Baptista et al. (2001), o aproveitamento de água pluvial deve ter um tratamento adequado (filtração e desinfecção) mais ou

menos exigente consoante a qualidade da água e o uso a que se destina. O custo da instalação é outro inconveniente muito importante, pois o investimento inicial é algo elevado.

No entanto, pode-se afirmar que os impactos negativos destas aplicações são negligenciáveis, tendo em conta os benefícios que provêm da sua utilização.

2.3.2. USOS COMPATÍVEIS COM A UTILIZAÇÃO DE SAAP

Os SAAP's podem ser implementados em edifícios independentemente do tipo de actividade a que estes estejam destinados. Pode ser adoptado em edifícios habitacionais, comerciais ou industriais, trazendo benefícios para todos eles.

Podem ser utilizados para:

- Descarga de autoclismos;
- Lavagens exteriores;
- Rega de espaços verdes;
- Consumo Humano

No caso de estabelecimentos industriais ou comerciais, a sua aplicação pode ser mais abrangente, sendo possível utilizar a água para:

- Sistemas de Arrefecimento, como por exemplo Arrefecendo telhados e equipamentos;
- Sistemas AVAC;
- Combate a incêndios;
- Lavagem de roupas, por exemplo em hotéis e lavandarias;
- Reposição de água evaporada de piscinas de hotéis.

Em Portugal os usos onde se considera mais viável esta origem alternativa de água são descargas de autoclismos, lavagem de exteriores e rega de jardins [Baptista et al.,2001].

2.3.3. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Uma vez que em Portugal não existe regulamentação para a construção e instalação de SAAP, a ANQIP, procurou através do lançamento de Especificações Técnicas ANQIP, ETA0701 e ETA0702, facilitar e uniformizar este tipo de construções. Na ETA0701 estão presentes os critérios técnicos para a realização de sistemas de aproveitamento de água pluvial (SAAP) das coberturas de edifícios, para fins não potáveis, e na ETA0702 referem-se as condições para certificação voluntária de SAAP.

De um modo geral, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) são constituídos por componentes básicas que servem cada uma das seguintes funções [TWDB, 2005]:

- **Captação:** inclui a superfície sobre a qual a chuva cai, isto é, a superfície de recolha ou captação;
- **Transporte:** é constituído pelas componentes que encaminham a água do telhado para o tanque, nomeadamente os algerozes ou as caleiras e os tubos de queda;
- **Filtração:** abrange os dispositivos que removem detritos e poeiras da água pluvial captada antes desta ir para o tanque, como por exemplo os crivos de folhas, os desviadores de primeiro fluxo e os dispositivos de filtração;
- **Armazenamento:** engloba um ou mais tanques de armazenamento que também, podem ser denominados de cisternas;

- **Distribuição:** é o sistema de transporte da água pluvial para o seu uso final através da bombagem ou gravidade;
- **Tratamento:** apesar de particularmente relevante no caso dos sistemas potáveis, para os usos não potáveis, esta etapa inclui normalmente apenas a remoção de sólidos.

A Figura 2.4 procura exemplificar o funcionamento de um SAAP numa habitação.

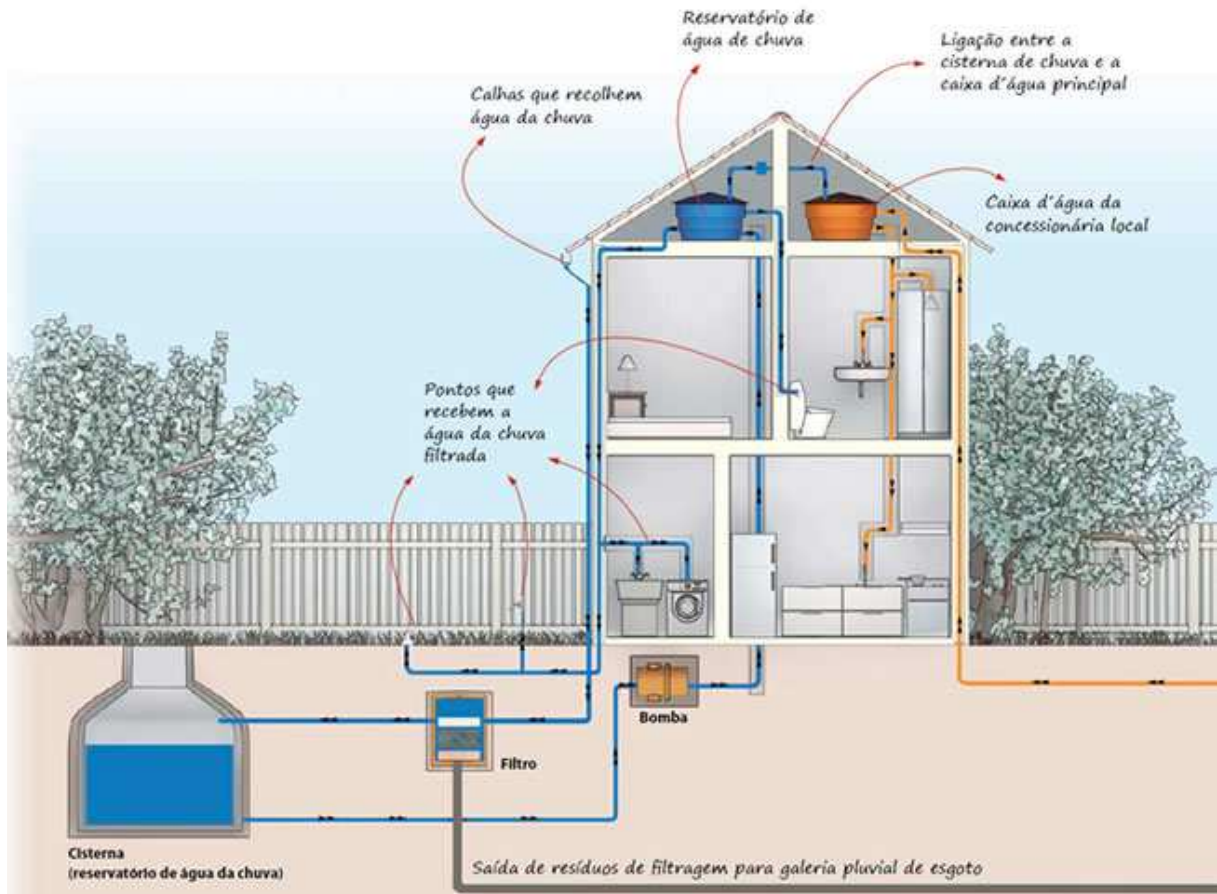


Figura. 2.4 - Etapas e componentes que constituem um SAAP

Na figura podem se identificar as componentes que constituem um SAAP:

1. Reservatório superior para água da chuva, sendo também possível que se alimente de água potável, pois existe um reservatório de ligação entre a água da chuva e a caixa de água da concessionária local
2. Calhas que recebem a água da chuva proveniente do telhado.
3. Locais onde será utilizada a água da chuva, como por exemplo autoclismos, máquinas de lavar a roupa, rega, etc.
4. Bomba que eleva a água do reservatório inferior para o superior.

5. Resíduos filtrados pelo sistema de filtragem e alguma água que é rejeitada quando o reservatório se encontra cheio, e que são direccionados para o sistema pluvial ou para o esgoto.
6. Tubo que recebe a água proveniente do telhado e a direcciona para o sistema de filtragem.
7. Reservatório subterrâneo para armazenamento da água da chuva filtrada.
8. Sistema de Filtragem.

2.3.3.1. Captação e Encaminhamento da água

O telhado de um edifício ou vivenda é, normalmente, a primeira escolha para a captação de água pluvial. A qualidade desta água depende do material do telhado, das condições climáticas e do ambiente nas redondezas. O material usado na construção do telhado poderá ser: o metal, a cerâmica, o betão, o mosaico, a madeira, a ardósia, entre outros [TWDB, 2005]. No entanto, podem ser usadas outras superfícies como os pavimentos, especialmente se não susceptíveis de acumular substâncias poluentes em quantidades significativas. As superfícies de captação horizontais são as melhores para a recolha de água pluvial uma vez que permitem a captação de uma maior quantidade de água pluvial [Perdomo et al., 2005].

O encaminhamento da água é feito através dos órgãos de condução. Os órgãos de condução são os dispositivos que encaminham a água ao reservatório e compreendem as caleiras e os tubos de queda. Para além da água, estes dispositivos recolhem todo o tipo de detritos que acabam por contribuir para o crescimento bacteriano e para a contaminação do reservatório. As caleiras permitem recolher a água pluvial proveniente da superfície de captação. Os materiais mais utilizados para caleiras e tubos de queda são o PVC, o alumínio e o aço galvanizado.

A quantidade de água que se obtém dificilmente é igual à que precipita. Isto deve-se ao facto de se verificarem perdas aquando do processo de recolha, tais como a evaporação, arrastamento pelo vento, ou mesmo pequenas fugas no percurso. Define-se por isso um coeficiente de escoamento.

➤ Coeficiente de escoamento (C) ou de Runoff

O coeficiente de escoamento (C) ou de Runoff é obtido em função das características da superfície e calcula-se através do quociente entre o volume total de escoamento superficial num determinado período de tempo e o volume total precipitado nesse período.

A ETA 0701 define valores para este coeficiente em função das coberturas, coeficientes estes que são apresentados no quadro 2.1.

Quadro 2.1- Coeficientes de escoamento de acordo com o tipo de cobertura

Tipo de cobertura	Coeficiente de escoamento
Coberturas impermeáveis (telha, cimento, asfalto, etc.)	0,8
Coberturas planas com gravilha	0,6
Coberturas verdes extensivas (pouco porosas)	0,5
Coberturas verdes intensivas (muito porosas)	0,3

2.3.3.2. Filtragem e Rejeição das primeiras águas

Um telhado ou um pavimento são superfícies onde se verifica uma deposição natural de poeiras, folhas e outros resíduos. Deste modo, para impedir que estes poluentes atinjam o tanque, utilizam-se sistemas de filtração, como por exemplo os crivos de folhas, os desviadores de primeiro fluxo (o designado "First-Flush") e outros dispositivos de filtração, sendo esta a parte do sistema que exige maior manutenção.

➤ Dispositivos de primeira lavagem ("First-Flush")

O desviador de primeiro fluxo conduz o primeiro fluxo de água proveniente da superfície de captação para fora do tanque de armazenamento. A água desviada pode ser encaminhada para um jardim. De um modo geral, o desviador de primeiro fluxo opera, filtrando o escoamento do telhado através de um filtro de tela para capturar folhas e detritos. A primeira parte do escoamento é armazenada numa câmara, onde a água entra sobre a forma de gotas que caem lentamente através de um pequeno orifício, enquanto a água limpa no topo da câmara passa para dentro do tanque de água pluvial.

Existem várias soluções para realizar este tipo de operação.

Uma solução é nos fornecida pela empresa L.N.Águas. Este sistema consiste na colocação de uma caixa de visita antes do reservatório e do filtro. Esta caixa possui uma electroválvula na ligação ao circuito de águas pluviais. Quando começa a chover (desde que não tenha chovido nas 96 horas anteriores), esta válvula mantém-se aberta e só fecha quando decorrerem 2 a 30 minutos desde o começo da precipitação, dependendo da forma como foi regulada. A válvula é accionada por um controlo automático que recebe dados de uma sonda detectora de precipitação. Quando esta fecha, a caixa começa a encher e transbordará para o circuito que conduz a água já em melhor estado de limpeza ao sistema de filtração. [Martins 2009]

Na figura 2.5 apresenta-se um esquema desta solução.

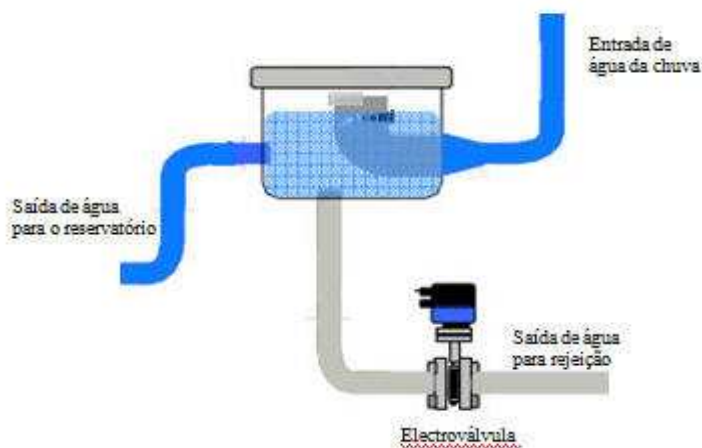


Figura 2.5 - Caixa de visita e electroválvula

Esquema fornecido por L.N.Águas

Outra solução, apresentada por Bertolo [2006], provém de um sistema muito utilizado na Austrália. Esta solução consiste num tubo vertical que se enche com as primeiras águas até transbordar para o reservatório. A saída contínua de águas para rejeição tem um diâmetro bastante reduzido o que permite o escoamento muito lento da água, o que permite que o tubo se encha num curto espaço de tempo.

Além de desviar as primeiras águas, estes dispositivos têm ainda a vantagem de permitir que ocorra uma primeira sedimentação das partículas.

O volume deste último tipo de dispositivo ou similar deverá ser calculado em função da área de captação da água da chuva e numa altura de precipitação pré-estabelecida. Esse volume será dado então pela equação (2.1).

$$V_d = P * A \quad (2.1)$$

Onde:

V_d = Volume a desviar do sistema (L)

P= Altura de precipitação (mm) admitida para o first flush

A= Área de captação (m²)

O volume a desviar pelo sistema deverá corresponder a 2 mm de precipitação, segundo a ETA 0701. No entanto outros autores mencionados por Bertolo [2006] recomendam o desvio de 1 mm de precipitação.

➤ Filtros

Os filtros tem como função remover a maior quantidade possível de sedimentos e detritos de pequenas dimensões da água antes do seu armazenamento, evitando as condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos ou algas. Temos como exemplo os crivos de folhas que são utilizados na remoção de detritos maiores, nomeadamente, folhas, galhos e flores, que caem no telhado. Devem ser limpos regularmente para funcionarem de forma eficaz, pois, caso contrário, podem ficar obstruídos e impedir que a água pluvial chegue ao tanque e os detritos podem abrigar bactérias que estragam o equipamento.

Uma vez que se perde alguma da água aquando da filtração define-se uma eficiência de filtração (η_f), que se calcula pelo quociente entre a quantidade de água filtrada que chega à cisterna e a quantidade de água de água da chuva que chega ao filtro.

A ETA 0701 admite uma eficiência de filtração de 0,9 para filtros com manutenção e limpeza regulares a menos que as características do sistema recomendem a adopção de outro valor

Existe uma grande variedade de filtros, dimensionados para tratar volumes de água da chuva correspondentes a diferentes áreas, exigindo maior ou menor manutenção.

Nas figuras seguidamente expostas apresentam-se alguns exemplos de filtros existentes.

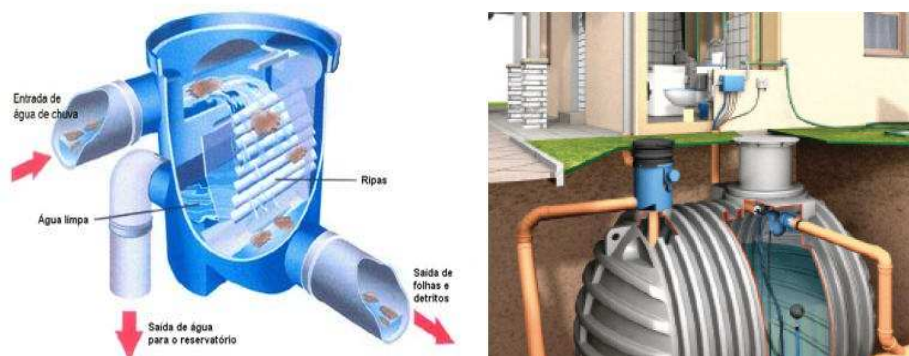


Figura 2.6 - Filtro FGC1 da 3P Technik e sua localização



Figura 2.7 - Esquema de colocação do filtro e tubagens



Figura 2.8 - Filtro de fluxo

2.3.3.3. Armazenamento

No caso do aproveitamento de águas pluviais em sistemas residenciais ou outras instalações de maior dimensão, o tipo de armazenamento usado é o reservatório de armazenamento.

Este elemento de armazenamento é o componente mais caro de todo o sistema de aproveitamento de água pluvial. Em geral, é recomendado que os reservatórios sejam opacos, para inibir o crescimento de algas, e cobertos e arejados para evitar o desenvolvimento de mosquitos. Também devem ser protegidos da radiação directa do sol. Actualmente, os reservatórios mais comuns utilizados em Portugal são construídos em PEAD ou em betão armado (Figura 2.9). O tamanho do reservatório de armazenamento depende de vários factores, nomeadamente, do regime de precipitação local, dos usos, da área da superfície de captação, das preferências estéticas e pessoais e do orçamento disponível. Deve estar o mais perto possível do ponto de fornecimento da água e do ponto de consumo, de forma a reduzir os gastos com as tubagens e sua colocação.



Figura 2.9 - Reservatórios de PEAD e de Betão Armado

Existem duas categorias de reservatórios: os superficiais e os enterrados ou semi-enterrados.

Nos superficiais evitam-se custos associados com a escavação e acondicionamento do reservatório, o acesso ao reservatório para operações de manutenção e a detecção de fugas é mais fácil. No caso dos enterrados ou semi-enterrados, garante-se a ausência de luz e uma muito menor amplitude térmica ao longo do ano, para além de ser um local fresco, o que ajuda a evitar o desenvolvimento de bactérias e algas, esteticamente é favorável pois não se dá conta a sua existência e o facto de existir terra localizada à volta do tanque possibilita uma melhor sustentação deste, permitindo que a espessura das paredes seja mais fina e, deste modo, que os custos sejam inferiores e devem ter sempre os cantos arredondados para facilitar a sua limpeza.

➤ Dimensionamento do Reservatório

Na ETA 0701 para o cálculo do volume do reservatório, são descritos tais como o Método Simplificado Alemão ou Método Espanhol, que são seguidamente descritos:

- Método Simplificado Alemão

Este método é baseado no volume anual aproveitável (V_a) e nos consumos anuais estimados (C_e).

O volume útil do reservatório corresponde ao menor dos valores anteriores, multiplicado pelo factor 0,06.

$$V_u(L) = \text{Min} \{V_a \text{ ou } C_e\} \times 0,06 \quad (2.2)$$

O V_a é calculado pela expressão (3.9).

$$V_a(L) = C \times P \times A \times \eta_f \quad (2.3)$$

Sendo:

C = Coeficiente de escoamento da cobertura

P = Precipitação média acumulada anual (mm)

A = Área de captação (m^2)

η_f = Eficiência hidráulica da filtragem

A aplicação do factor de multiplicação de 0,06 prende-se com a admissão de um período de reserva da água no reservatório de 3 semanas.

$$\frac{3\text{semanas} \times 7 \text{ dias}}{365} \approx 0,06$$

Ou seja, define-se que o volume anual aproveitável é todo captado e distribuído uniformemente ao longo do ano por três semanas.

- Método Espanhol

O método espanhol é baseado no método alemão, e considera um período de reserva de 30 dias e um valor médio.

$$V_u = \frac{(V_a + C_e)}{2} \times \frac{30}{365} \quad (2.4)$$

Como se poderá verificar pela figura 2.10, as precipitações em Portugal são bastante variáveis ao longo do ano, em comparação com a Alemanha, país de onde são originários estes métodos.

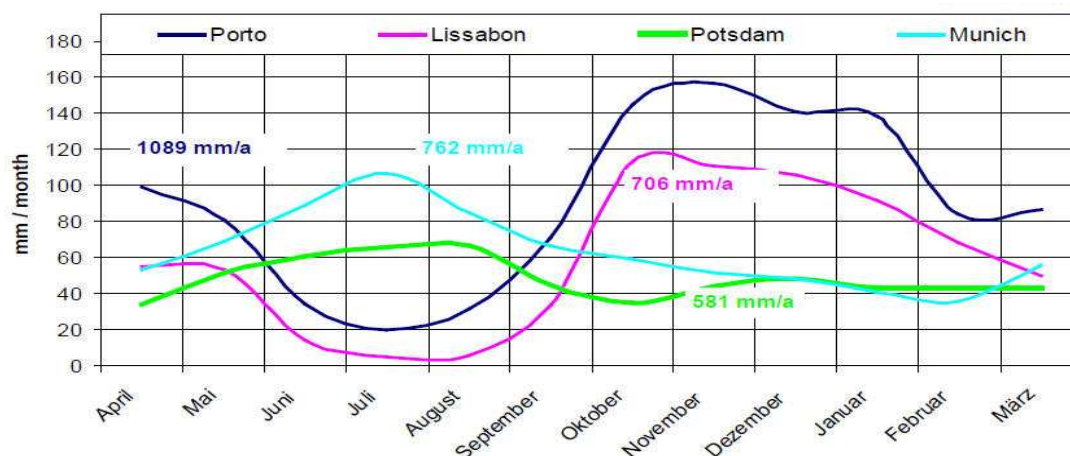


Figura 2.10 - Distribuição da precipitação em duas cidades portuguesas e duas alemãs

Nolde [2009]

Ao levarem em conta a precipitação acumulada anual estes métodos são bastante grosseiros, pois contabilizam todos os eventos em que chove muito quando na realidade uma boa parte dessa água nunca é aproveitada, diga-se consumida. O que pode acontecer é o volume do reservatório ficar maior do que seria preciso, que se reflecte directamente nos custos do SAAP.

Neste trabalho, no caso de estudo que será apresentado no capítulo 8, o método usado é também referido pela ETA 0701, desenvolvido por Neves [2003] e citado por Bertolo [2006]. Este método consiste na utilização das precipitações diárias registadas na zona de estudo durante um determinado período de tempo, geralmente de 10 anos.

Essa é a grande vantagem, pois ao analisar as precipitações ocorridas diariamente, permite fazer um tratamento real dos dados, sem analisar as variações sazonais de precipitação e a chuva que não é recolhida.

Poder-se-á alegar que os valores são de precipitações que já se deram e nada garante que se venham a repetir da mesma forma. No entanto, ao se considerar um período de tempo dos últimos 10 anos ou superior, estão-se já a incluir anos muito secos, secos, médios, húmidos e muito húmidos.

De acordo com a ETA 0701 define-se, também, que o reservatório deverá ser descarregado uma vez por mês para garantir que a água não se encontra mais do que um mês no reservatório, com a possível perda de qualidade.

➤ Custo do Reservatório

Para obter os custos do reservatório, autores como Bertolo e Neves, utilizaram vários materiais, estimando o seu custo final em função do volume do reservatório.

Bertolo [2006], através da consulta de várias empresas, apresentou vários custos em função do volume do reservatório, em que este variava de 1 m³ a 16 m³.

Para os reservatórios em polietileno de alta densidade (PEAD), poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), aço inox e betão armado, obtiveram-se os seguintes resultados apresentados na figura 2.11.

Resultados das regressões obtidas para os quatro materiais

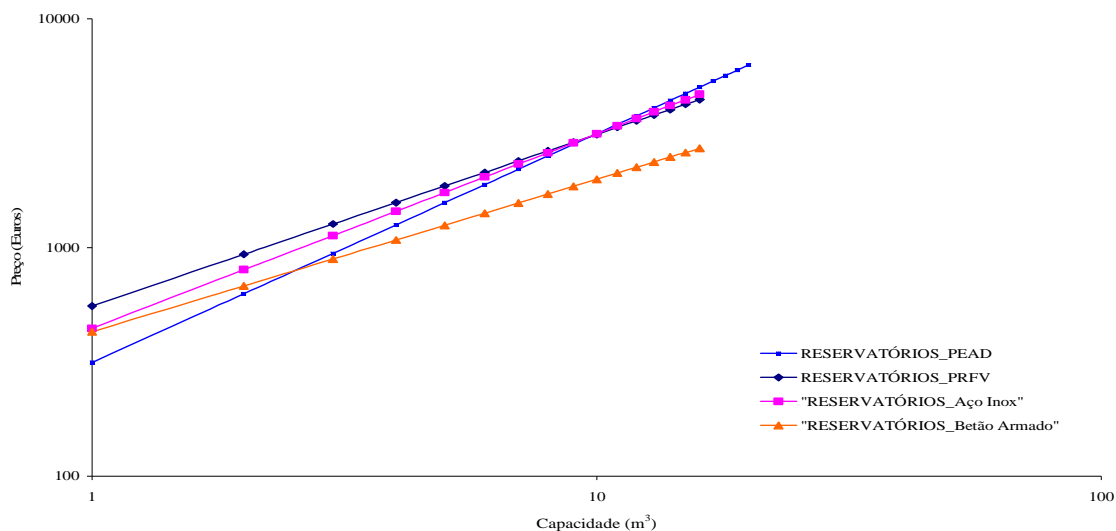


Figura 2.11 – Custo de reservatórios em função da capacidade

Pela análise da figura, observa-se que para volumes pequenos, os reservatórios em PEAD eram os mais competitivos, sendo que a partir de um determinado volume os de betão armado construídos in situ passaram a ser os mais acessíveis.

Pelo facto de os reservatórios mais competitivos serem os de PEAD e os de Betão armado, sendo estes como já foi referido, os mais utilizados actualmente em Portugal, através dos valores representados no gráfico obtiveram-se as seguintes expressões para cada um dos materiais:

$$\text{Custo(€)} = 314 \times V(\text{m}^3) \quad \text{Para o PEAD} \quad (2.5)$$

$$\text{Custo(€)} = 507 \times V^{\frac{2}{3}}(\text{m}^3) \quad \text{Para o Betão Armado} \quad (2.6)$$

Os custos com operações de manutenção devem ser estimados tendo em conta a mão-de-obra necessária e o tempo dispendido, no caso da mesma não ser feita pelo utilizador. Para uma análise mais fácil destes custos criaram-se duas situações possíveis para o caso do reservatório só abastecer uma habitação, ou ser um reservatório que abastecia várias. Assim considerou-se que na primeira situação a manutenção é feita pelo próprio utilizador, até porque o tamanho do reservatório assim o permitirá fazer de forma simples, e na segunda situação o condomínio é que se encarrega de fazer a manutenção, encarregando uma pessoa ou empresa externa para o fazer, pagando o serviço.

3

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS

3.1. HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS

A reutilização de água não chega a ser uma situação nova uma vez que há indícios da sua prática em alguns países, mas em pequena escala. Reutilização de água significa, por exemplo numa residência, aproveitar a água proveniente, principalmente, dos chuveiros para a utilizar em actividades que não necessitem de utilizar água potável, como por exemplo, para descarga de autoclismos.

O primeiro registo de reutilização de água provém do tempo da Grécia Antiga, onde a água era reutilizada para a agricultura. Em Londres, no século XIX, fazia-se a reutilização de água a partir da implantação de colectores de esgoto. No entanto, pelo facto de este aproveitamento ser feito de forma não muito apropriada e sem tratamento adequado, provocou o surgimento de grandes epidemias de cólera asiática e febre tifóide, entre os anos 1840 e 1850. [Silva et al. 2004]

Actualmente, com a grande procura de água que se verifica, como já mencionado no capítulo anterior, este tipo de aproveitamento começa a suscitar muito mais interesse e atenção. Com o maior conhecimento sobre bactérias e outros perigos que possam existir neste tipo de aproveitamento e com o desenvolvimento tecnológico verificado, que permite existir formas de tratamento mais eficientes e que permitam que não se verifiquem perigos para a saúde humana, o aproveitamento de águas cinzentas é cada vez mais uma solução para uma utilização eficiente da água.

Países como o Japão, EUA e Austrália garantem já elevados desempenhos na reutilização de água. Outros países como o Canadá, o Reino Unido, a Alemanha e a Suécia estão em fase de desenvolvimento de estudos com aplicações diversas. Nos climas áridos e a um nível mais restrito, a Arábia Saudita, a Jordânia ou o Chipre desenvolvem também tecnologias específicas de reutilização de água.

3.2. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS (SAAC)

Em termos de efluentes domésticos é comum fazer uma distinção entre água cinzenta e água negra.

As águas cinzentas incluem as águas provenientes dos duches, lavatórios, bidés e máquinas de lavar louça e roupa. As águas negras são as derivadas dos sanitários (autoclismos e urinóis). No entanto, a diferença mais acentuada entre as duas águas reside na respectiva taxa de decomposição dos poluentes. A água negra é predominantemente constituída por compostos orgânicos, os quais já

passaram por um complexo processo de tratamento, a digestão, razão pela qual se percebe que o seu produto contenha elementos dificilmente decomponíveis no meio aquático. Por este motivo, é compreensível que o produto resultante não se decomponha com a mesma facilidade que outros, quando em contacto com a água.

Relativamente às águas cinzentas, segundo alguns autores, existem diferentes tipos conforme esta ser proveniente de cozinhas, de lavandarias ou outras origens. A água proveniente de cozinhas e lavandarias, devido à presença de componentes, como por exemplo óleo e detergentes, deverá suscitar maiores cuidados, o que levará que para a sua utilização seja necessário recorrer a tratamentos mais dispendiosos.

3.2.1. VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UM SAAC

Tal como no SAAP, o SAAC também apresenta algumas vantagens na sua utilização. A possibilidade de reutilizar água apresenta várias vantagens:

- Redução do consumo de água potável, promovendo além dos benefícios ambientais, benefícios económicos;
- Pelo facto de a sua produção ser constante sempre que a habitação está ocupada, é uma fonte quase permanente de água, sendo esta uma vantagem quando comparada com o aproveitamento de águas pluviais, pelo facto desta estar dependente da precipitação que ocorre;
- A dependência de água potável diminui pois o sistema permite reduzir no seu consumo, sendo benéfico para locais com problemas de escassez de água;
- O facto de ser compatível com SAAP é uma grande vantagem pois aumenta a quantidade de água para abastecimento e ao mesmo tempo reduz os custos com o saneamento.

As desvantagens prendem-se essencialmente pelas questões de tratamento da água e o custo associado a estas, que geralmente são elevados. O facto da produção não ser suficiente para satisfazer as necessidades pode ser outro dos problemas, o que faz com que tenha de existir sempre disponível uma segunda fonte de água.

3.2.1.1. Descrição e Funcionamento de um Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas

O funcionamento de um SAAC é bastante simples, consistindo no encaminhamento das águas cinzentas desde o local da sua produção (chuveiros, lavatórios, etc), passando pelo sistema de tratamento, até ser armazenada, e quando for solicitado ser distribuída pelo edifício.

As figuras 3.1 e 3.2 esquematizam o funcionamento de um SAAC numa moradia unifamiliar e num Hotel, respectivamente.



Figura 3.1 – Esquema de funcionamento de um SAAC numa moradia unifamiliar



Figura 3.2 – Esquema de funcionamento de um SAAC num Hotel

3.2.1.2. Sistema de Tratamento

O sistema de tratamento é fase mais importante de um SAAC, e daí merecer uma atenção especial, pois a qualidade da água irá condicionar o uso que se dará à água armazenada.

Como em Portugal não é exigido qualquer grau de qualidade e tratamento para as águas cinzentas, uma vez que não existe regulamentos que definam critérios e exigências, o tratamento é feito de acordo com os sistemas distribuídos pelas empresas especializadas em tal aproveitamento.

O tratamento efectuado apresentou algumas diferenças para diferentes empresas contactadas. Em certos casos o tratamento é equivalente ao que se faz numa ETAR (decantação e oxidação biológica) com a diferença que no final se aplica uma desinfecção com hipoclorito de sódio.

No entanto, existem empresas que aplicam sistemas mais complexos e caros com filtragem por membrana ou desinfecção por UV. Esta situação explica-se pelo facto de alguns sistemas serem importados, e cumprirem os regulamentos e legislação existentes no país de origem. No entanto, todas as empresas apresentavam sistemas em que todos eles eram sujeitos a um tratamento terciário, que envolve o tratamento físico, biológico e químico.

Assim para cada etapa, apresentam-se de seguida os processos que as define [Martins 2009]:

- Etapa 1- Tratamento Físico

Gradagem - Consiste em retirar os sólidos de maior dimensão arrastados na água. Este processo utiliza-se para proteger dispositivos de tratamento a jusante, como por exemplo a membrana filtrante. Como as águas cinzentas não trazem por norma grandes quantidades de sólidos basta um pequeno filtro para retirar a maior sujidade;

Decantação primária ou sedimentação – Permite que as partículas de menores dimensões possam sedimentar;

Filtração por membrana – Mediante um sistema de sucção, cria-se um fluxo da água de fora para dentro da membrana e os sólidos e as bactérias ficam retidos na parede exterior. Os difusores desenvolvem um fluxo de ar ascendente que permite limpar a superfície da parede exterior das membranas;

Filtração rápida em areia – A água é encaminhada para um filtro de areia e filtrada sobre pressão.

- Etapa 2 – Tratamento Biológico

Oxidação biológica em Sequencing Batch Reactor (SBR) – A oxidação biológica consiste na degradação da matéria orgânica através de microrganismos aeróbios com o auxílio ao fornecimento de ar. Em SBR o arejamento e decantação processam-se sequencialmente, no mesmo reservatório.

- Etapa 3 – Tratamento Químico

Desinfecção por cloragem - A água é clorada mediante o doseamento de hipoclorito de sódio (sistema de hipoclorito de sódio descrito em anexo). A elevada capacidade oxidante do cloro é extremamente útil na destruição da matéria orgânica e, em simultâneo, permite efectuar a desinfecção da água porque destrói as enzimas essenciais à sobrevivência dos microrganismos existentes. Na Alemanha o seu uso é proibido, por poderem advir riscos para a saúde devido à sua utilização;

Desinfecção por UV - A acção desinfectante da radiação UV deve-se à destruição do ADN dos microrganismos, impedindo-os de manter o seu metabolismo.

O sistema deve ser provido de bypass através de sifão de overflow, com o objectivo de evacuar efluentes em excesso para a rede de saneamento. Além disso, deve conter um sistema de admissão de água da rede em caso de falta de água tratada no sistema. Em alguns casos o sistema de tratamento vem com um reservatório incluído. Nos casos em que isso não acontece deve-se escolher o

reservatório mais competitivo e coloca-lo sempre que possível juntamente com o sistema de tratamento, num local fresco e abrigado da luz.

Tendo em conta que normalmente em condomínios residenciais, o sistema utilizado para aproveitamento de águas cinzentas, é dimensionado com o objectivo deste apenas ter como missão servir para descarga de autoclismos, o sistema de tratamento a utilizar não necessita de ser muito eficaz.

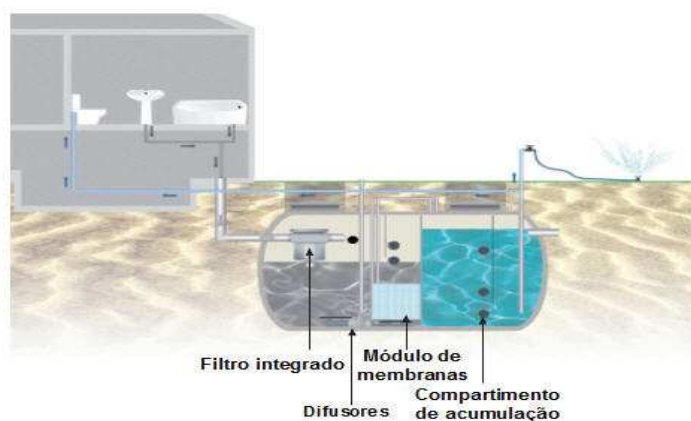


Figura 3.3 – Esquema de um sistema de tratamento

3.2.1.3. Custo de um Sistema de Aproveitamento de Águas Cinzentas

O investimento necessário para a implementação de um SAAC será factor decisivo na altura de optar pela sua adopção ou não. Daí que, tal como para o SAAP, é muito importante saber quais os custos que estão associados.

Pelo facto de ser um sistema que reutiliza água já utilizada a maior atenção neste sistema será o tratamento a fornecer à água. Devido a esta importância os custos maiores num SAAC são os destinados para a escolha do sistema de tratamento. Os outros custos necessários, são destinados, como no caso do SAAP, para o grupo de pressão, para a manutenção e para a energia.

➤ Energia para bombagem

Este custo é calculado utilizando as expressões apresentadas no capítulo do SAAP. O modelo de cálculo é o mesmo, o que varia são apenas os volumes bombados, daí que se podem utilizar as mesmas expressões.

➤ Reservatório de armazenamento

Os reservatórios a utilizar num sistema SAAC podem ser constituídos pelos materiais de construção utilizados para os reservatórios de armazenamento de águas pluviais, podendo se utilizar as mesmas expressões de cálculo. É de referir que alguns sistemas de tratamento já incluem reservatório, daí que os custos destes, já estarão incluídos na sua aquisição.

➤ Manutenção

Com o objectivo de manter a qualidade do sistema de tratamento, de forma a garantir que a qualidade da água se mantém com as características exigidas, a manutenção deste deve ser feita com alguma periodicidade. O armazém de hipoclorito deve ser verificado e o seu conteúdo repostado sempre que se justifique.

Após consulta de algumas empresas especializadas, estas aconselham um esvaziamento semestral das lamas e uma limpeza dos difusores. Os custos devem ser estimados em função das horas de trabalho necessárias e do número de vezes que a limpeza se realiza.

3.2.1.4. Soluções para a utilização de águas cinzentas em autoclismos

Actualmente é possível apresentar diferentes soluções para a aplicação de um sistema de aproveitamento de água cinzentas numa habitação, considerando apenas as águas dos duches para descarga de autoclismos. As soluções poderão ser individuais ou centralizadas, isto é, uma unidade em cada casa de banho, no caso da solução individual, ou uma única unidade para um conjunto de sanitas, no caso da centralizada. [Neves, Bertolo e Rossa, 2006]

Na implementação deste tipo de sistemas, a grande condicionante, como já mencionado, são os custos, pois estes poderão não ser compensadores. No entanto, graças a um conjunto de circunstâncias favoráveis, o aproveitamento de águas de banhos (duche e imersão) para a limpeza de sanitas, consegue conjugar interesse ambiental e económico. As vantagens existentes são as seguintes [Neves, Bertolo e Rossa, 2006]:

- As águas de banho são pouco poluídas, pelo que com um tratamento simples (ou, eventualmente, de forma directa) poderão ser utilizadas numa operação pouco exigente como é a limpeza de sanitas.
- A sua produção é muito similar ao consumo nas mesmas, cerca de 54 litros por habitante e por dia, o que dispensa volumes de armazenamento significativos.
- A solução poderá ser encarada quer a nível individual (isto é, uma unidade em cada casa de banho) quer a nível central (uma única unidade para um conjunto de sanitas), o que lhe confere grande flexibilidade.
- A realimentação do sistema com água da rede, caso necessária, pode fazer-se com facilidade mediante a abertura de uma torneira na banheira ou na cabina de duche, praticamente eliminando riscos de contaminação.

➤ Sistema individual

Entre outras alternativas, o sistema individual poderá ser concretizado conforme se esquematiza na Figura 3.4.

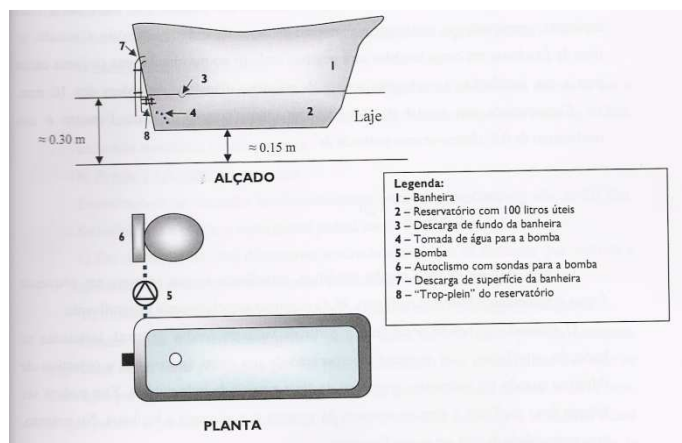


Figura 3.4 - Sistema individual para aproveitamento de águas de banho.

Esta solução consiste na construção, sob a banheira, de um reservatório com o comprimento da banheira, 0,40 m de largura e de altura um valor não superior à espessura da laje. A ideia de uma solução deste género, é que o reservatório seja fundido simultaneamente com a banheira, ou posteriormente soldado (ou colado) à mesma. É uma solução com grande interesse, uma vez que esteticamente e em termos de espaço é uma óptima solução, pois o reservatório ao estar sob a banheira não apresenta qualquer inconveniente.

O transporte da água para a bacia de autoclismo, é feito a partir de uma bomba, comandada por sensores de nível. A potência requerida para o efeito é insignificante, cerca de 2 W. Trata-se, portanto, de uma bomba miniatura, semelhante às que se usam em pequenas fontes ornamentais, com baixo custo, consumo insignificante e possibilidade de colocação em qualquer local, inclusivamente na espessura do pavimento.

Em princípio não devem ocorrer odores desagradáveis, pois é expectável que o volume de água produzido pelos duches seja igual ao volume de água consumido na descarga de autoclismos, daí que a água não estará muito tempo armazenada.

Estimativas feitas demonstram que uma solução deste género representa um acréscimo de custo de 70 a 100 euros relativamente à solução tradicional. No entanto, a poupança de água que é esperado que aconteça permitirá uma rápida amortização do investimento. [Neves, Bertolo e Rossa, 2006]

➤ Sistema centralizado

Os princípios do sistema centralizado estão apresentados na Figura 3.5, com bacias de autoclismo, embora se possam considerar outras variantes como, por exemplo, fluxómetros em vez de autoclismos, ou mesmo dispensa de qualquer deles.

Com uma solução deste género é possível proceder a uma descarga directa na sanita com um caudal da ordem de 0,6 l/s, isto é, sem interposição de autoclismos ou fluxómetros, o que permitirá reduzir o atravancamento das sanitas, permitindo assim um aumento da área útil da casa de banho. O acréscimo de custo relativamente à solução tradicional poderá ser da ordem dos 250 a 390 euros. Tal como na solução individual, é esperado que a amortização do investimento seja igualmente rápida. [Neves, Bertolo e Rossa, 2006]:

O mesmo princípio pode ser aplicado:

- a) Com fluxómetros em vez de autoclismos
- b) Sem fluxómetros e sem autoclismos

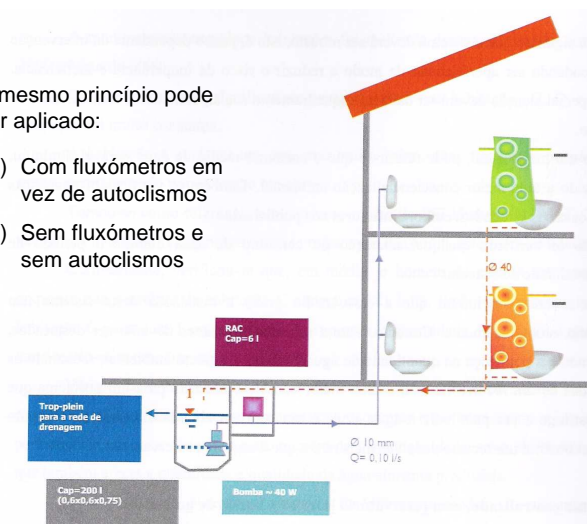


Figura 3.5 - Reutilização de águas de duches com um sistema centralizado.

4

OUTRAS TECNOLOGIAS

4.1. SISTEMA COMBINADO

Segundo Leggett et al., sistemas combinados são aqueles que fazem um aproveitamento conjunto de águas pluviais, águas cinzentas e outro tipo de água não potável, com armazenamento e distribuição comum no edifício. Outro tipo de água não potável pode ser utilizada se for aprovada a sua utilização por um regulador ambiental relevante.

O principal motivo para se adoptar um sistema composto é em situações em que o consumo de água seja elevado, por exemplo, a água requerida não se destinar apenas a descarga de sanitas, servindo também para outras utilizações, como em máquinas de lavar.

4.1.1. DESCRIÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA COMBINADO

O formato de um sistema combinado, é influenciado pelos sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas. Os seus problemas, os seus componentes condicionam o formato e constituição de um sistema composto. Dependendo do tipo de uso do edifício e da sua localização, um dos sistemas pode ter mais influência que o outro. Por exemplo num edifício comercial, o aproveitamento de águas cinzentas pode ser um suplemento extremamente importante, em alturas de fraca precipitação.

A principal preocupação na selecção do formato a adoptar, deve ser escolher em que altura as águas da chuva e as águas cinzentas são combinadas. As duas fontes de água podem ser combinadas antes ou depois do sistema de tratamento de água. Se forem combinadas antes do sistema de tratamento, o conjunto deve ser tratado como se tratasse apenas de águas cinzentas. Esta solução permite poupar no investimento em dois reservatórios em separado, mas aumentar os custos de operação e manutenção, pois toda a água tem de ser tratada antes de ser armazenada e distribuída.

O formato do sistema deve também ter em consideração o valor relativo de diferentes fontes de abastecimento e dar prioridade ao uso das fontes de água disponíveis dependendo da qualidade necessária para a actividade a que se destina. Por exemplo, se a água requisitada for para descarga de autoclismos, então a ordem de uso deve ser água cinzenta - água da chuva - outros tipos de água não potável e só em último caso utilizar água potável. Contudo, se a água for utilizada para rega, então a água das chuvas deve ser a considerada mais prioritária. Tais prioridades podem facilmente ser conseguidas por um sistema combinado, através de uma série de controlos de níveis sequenciais, mas será mais caro.

O abastecedor de água local e os responsáveis dos esgotos, devem ser consultados para certificarem que medidas apropriadas são tomadas e estarem conscientes da natureza dos sistemas e de alguma nova descarga. ["The Rainwater and greywater use in buildings, best practice guidance 2001; Leggett et al.]

Segundo alguns autores, a mistura de água da chuva com água cinzenta é considerada benéfica pelo facto da água da chuva diminuir a concentração de alguns poluentes existentes na água residual cinzenta. Assim com um sistema combinado, considera-se não ser necessário um tratamento muito exigente.

Na figura 4.1 apresenta-se um esquema de um sistema combinado.

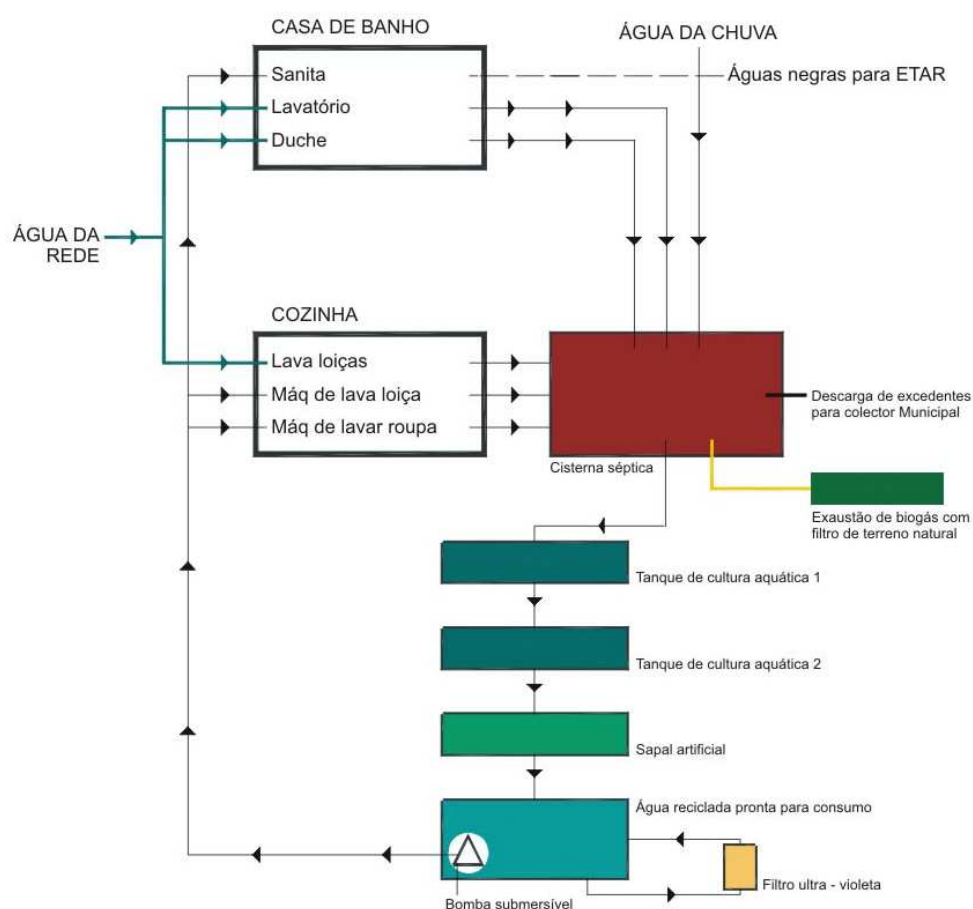


Figura 4.1 - Sistema de reciclagem de águas pluviais e de águas cinzentas

4.2. EQUIPAMENTOS EFICIENTES

Uma das grandes formas de poupança de água pode consistir na utilização de equipamentos eficientes. Actualmente, começam a existir cada vez mais equipamentos eficientes que permitem uma redução do consumo de água sem, no entanto, reduzir o conforto do utente na utilização dos equipamentos. Este

tipo de equipamentos conseguem produzir o mesmo tipo de conforto que os equipamentos tradicionais, por exemplo, existem equipamentos que para dar a ideia de pressão produzida pelos jactos de água, introduzem uma espécie de vapor de água misturada com a própria água, dando ao utilizador a sensação de jactos de água, sem no entanto gastar a mesma água que os equipamentos tradicionais.

O facto de existir uma imensa variedade de equipamentos de cada tipo, existindo diversos sistemas para poupança de água, e de não ser disponibilizado para a maior parte dos equipamentos dados sobre os consumos, torna complicada a tarefa de esclarecer totalmente o utilizador sobre os benefícios que pode retirar da utilização e qual o melhor equipamento a adoptar.

Assim, tornou-se importante facilitar o acesso a estes dados, sob pena de quem se preocupa em poupar água, fique sem saber qual o melhor equipamento para adquirir. É nesse sentido que surge a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) com a certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos, que embora voluntária, permitirá a muitas marcas uma distinção de eficiência, e ainda dará uma ajuda ao consumidor para a escolha do produto.

ANQIP estabeleceu datas em que se prevê o lançamento da rotulagem de eficiência hídrica de produtos em Portugal. Segundo esta instituição, as datas previstas tem em conta a importância e relevância de cada um dos produtos nos consumos dos edifícios, dando prioridade aos produtos que apresentam as maiores percentagens nos consumos. Estas datas são apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Datas de Lançamento da rotulagem de Eficiência Hídrica

Produto	Data de lançamento da rotulagem
Autoclismos	4º trimestre de 2008
Duches	1º trimestre de 2009
Torneiras e fluxómetros	2º trimestre de 2009
Máquinas de lavar	3º trimestre de 2009
Outros	Após Julho de 2009

Neste capítulo procura-se fornecer algumas informações sobre quais os critérios e classificações dados pela ANQIP para os mais diversos tipos de equipamento, assim como se tentará apresentar uma lista de equipamentos já certificados por esta instituição.

4.2.1. AUTOCLISMOS

Os autoclismos são um equipamento em que se utiliza água potável desnecessariamente. Daí que, a utilização de autoclismos eficientes, permitirá uma poupança importante de água. Actualmente, existem até já sistemas que substituem o comum autoclismo de funcionamento a água, por sistemas que funcionam por vácuo com posterior tratamento. No entanto, esses sistemas ainda tem uma representação quase insignificante no mercado e, além disso, a sua utilização implica modificações no sistema predial.

A ANQIP através da ETA 0804, estabelece critérios para os autoclismos, e a respectiva certificação. No Quadro 4.2 apresentam-se os limites e a respectiva classificação para cada tipo de autoclismo.

Quadro 4.2 - Categorias de Eficiências Hídricas para efeitos de rotulagem de Autoclismos

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo – descarga completa)	Tolerância (Volume min. de descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 – 4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4,0	C/ interrup. de desc.	A+	4,0 – 4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5 – 5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0 – 6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0 – 7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	D	8,5 – 9,0	-
4,0	Completa	A	4,0 – 4,5	-
5,0	Completa	B	4,5 – 5,5	-
6,0	Completa	C	6,0 – 6,5	-
7,0	Completa	D	7,0 – 7,5	-
9,0	Completa	E	8,5 – 9,0	-

Segundo a ANQIP, a adopção de modelos de descarga máxima de 4 litros, apesar de meritória, tem-se revelado, como um factor de problemas ao nível do arrastamento de sólidos nas redes exigindo-se, para a sua adopção, uma alteração aos critérios habituais de dimensionamento, como por exemplo o aumento da inclinação mínima de 0,3% para os colectores, como consta na alínea f) do Artigo 133º do Decreto Regulamentar “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais” (RGAAR) nº 23/95 de 23 de Agosto. Acresce que a Norma Europeia EN 12056-2 não permite a adopção de autoclismos de 4 litros em redes prediais dimensionadas de acordo com o chamado Sistema I da Norma, que é precisamente o sistema habitual em Portugal, admitido pelo Regulamento Geral. Por outro lado, há que averiguar se o volume de descarga é compatível com as características da bacia de retrete, assegurando as condições de descarga. Note-se que os valores mínimos de volumes ou caudais admissíveis nas instalações correntes estão limitados por razões de desempenho, conforto ou mesmo saúde pública. Habitualmente, a performance do conjunto é assegurada pelo cumprimento de Normas Europeias relativas à performance dos dispositivos ou aparelhos (no caso dos autoclismos é a prEN 14055), pelo que qualquer certificação de eficiência hídrica deve exigir o prévio cumprimento da normalização existente relativa à respectiva performance. A ANQIP estabeleceu para os autoclismos de pequeno volume categorias de eficiência hídrica A+ ou A++, mas sendo obrigatório a existência de uma indicação no rótulo com um aviso relativo à performance do conjunto e às condições da rede de drenagem.

A ANQIP apresenta uma lista, no seu site, onde publica a empresa que possui os produtos certificados, a marca a que pertencem e a respectiva classe, sendo de seguida apresentados alguns exemplos (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 - Autoclismos da empresa Geberit Tecnologia Sanitária S.A, certificados pela ANQIP

Empresa	Referência Comercial	Modelo	Marcas	Classe
Geberit Tecnologia Sanitária S.A	109.300.00.5, 110.349.00.5, 110.358.00.5, 110.367.00.5, 110.368.00.5, 111.325.00.5, 111.350.00.5, 111.367.00.5, 111.375.00.5, 111.392.00.5, 461.303.00.5, 461.311.00.5, 440.300.00.5, 440.317.00.5,	modelo UP 320	Kombifix, Duofix, Gis Sanbloc	A
	111.165.00.1	UPPowerflush	Duofix, Gis	A
	109.763.00.1, 110.763.00.1	UP700	Kombifix e Geberit interior	A
	110.250.00.1, 110.255.00.1, 111.240.00.1, 111.290.00.1, 461.240.00.1, 461.245.00.1	UP200	Kombifix, Duofix, Gis	A
	109.100.00.1, 110.102.00.1, 111.153.00.1	UP100	Kombifix, Duofix, Gis	A
	140.300.11.1	AP140	Geberit	A
	136.532.11.1	AP117	Geberit	A
	136.417.11.1	AP113	Geberit	B
	123.010.11.1	AP123	Geberit	B



Figura 4.2 - Autoclismo AP 117 da Geberit

4.2.2. CHUVEIROS

Os chuveiros são o equipamento que mais água consome numa habitação, sendo portanto o elemento fundamental para um aproveitamento de águas cinzentas, pois serão os principais produtores de água para abastecimento de outros equipamentos. No entanto, caso não seja utilizado um SAAC, é importante reduzir o consumo de água originado pelos duches, sem originar perdas de conforto por parte do utilizador, sendo isso conseguido recorrendo a chuveiros eficientes.

Segundo o PNUEA, dever-se-á ter em atenção que com a redução do caudal de água, poderá provocar o não accionamento do dispositivo esquentador com o consequente não aquecimento da água, reduzindo assim o desempenho do sistema de aquecimento de água. Em caso de troca dos chuveiros tradicionais por chuveiros eficientes, é necessário fazer um teste com o objectivo de se verificar a funcionalidade do sistema, para que se não funcionarem correctamente seja possível trocar.

Tal como para os autoclismos, e como já anteriormente referido no primeiro capítulo, a ANQIP possui especificações técnicas para os chuveiros, a ETA 0806, como se pode observar no Quadro 1.1.

A ANQIP também para os chuveiros apresenta uma lista dos chuveiros certificados e a sua classe. (Quadro 4.4)

Quadro 4.4 - Chuveiros da empresa Ecofree, certificados pela ANQIP

Empresa	Referência Comercial	Modelo	Marcas	Classe
Ecofree	N2945CH	Móvel Cromado	Niagara	A
Ecofree	N3945CH	Fixo Spoiler Cromado	Niagara	A
Ecofree	SH011	Fixo Inox	A M Conservation	A
Ecofree	SH030C	Fixo Spoiler Cromado	A M Conservation	B
Ecofree	SH031C	Móvel Cromado	A M Conservation	A



Figura 4.3 - Modelo de Chuveiro N2945CH

4.2.3. TORNEIRAS

Outro equipamento que permite uma significativa poupança de água são as torneiras. No dia a dia os utilizadores de uma habitação utilizam várias vezes torneiras, quer seja para lavagem de mãos, no caso de torneiras de lavatório, como para lavagem de alimentos ou de louça, no caso de torneiras de cozinha. Assim a utilização de torneiras que reduzam no consumo da água e providenciem uma utilização eficiente desta, pode ser extremamente vantajoso.

No entanto, relativamente às torneiras, apesar de estar previsto que a ANQIP certifique este tipo de equipamento, esta situação ainda não está concluída, e portanto ainda não existe uma lista de torneiras certificadas.

Com o objectivo de tentar apresentar algumas torneiras eficientes que, apesar de ainda não serem certificadas já existem no mercado, foram consultadas várias marcas.

A empresa Tres Griferia S.A apresenta várias torneiras eficientes quer para lavatórios como para torneiras de cozinha. As torneiras apresentadas permitem uma poupança bastante significativa de água, na ordem dos 50 %.



Figura 4.4 - Modelo de torneiras ecológicas com regulador de caudal
Empresa Tres Griferia S.A

Existem também no mercado, acessórios que se adicionam às torneiras e permitindo limitar o cauda.

Temos como exemplo, ponteiros perlizadores e reguladores de caudal (Figura 4.5). Como grande vantagem temos o facto de ser possível adaptar à grande maioria das torneiras que existem no mercado, sem que seja necessário proceder a uma mudança de torneiras. Estes dispositivos devem ser acompanhado por um ensaio.



Figura 4.5 - Ponteira perlizadora e regulador de caudal

Quanto às torneiras de cozinha apresentam-se as torneiras eficientes existentes, da empresa anteriormente referida. Estas torneiras permitem, tal como a dos lavatórios, uma poupança de cerca de 50 % (Figura 4.6).



Figura 4.6 - Torneira de cozinha sem e com repuxo extensível

5

SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

5.1. SISTEMAS DE RECONHECIMENTO E AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Os sistemas de reconhecimento e avaliação tem sido desenvolvidos para, tal como o nome indica, avaliar e reconhecer objectivamente a procura de sustentabilidade nos edifícios [PINHEIRO, 2006].

Neste sentido, com a crescente preocupação em introduzir o conceito de sustentabilidade na construção e a importância que a construção sustentável representa para esse fim, têm sido desenvolvidos diversos sistemas que permitem reconhecer e avaliar o desempenho dos edifícios, e em particular o desempenho ambiental. Para atingir essa sustentabilidade, estes sistemas devem considerar várias vertentes numa abordagem integrada, tendo em consideração as várias fases de concepção, construção e operação e a sua relação entre diferentes aspectos como o Desenvolvimento Sustentável local, a saúde humana e ambiental, a eficiência energética, a economia de água, selecção de materiais, qualidade ambiental interna, os aspectos de qualidade social e económica [PINHEIRO, 2006]; [BAUER, 2009]. O objectivo é facilitar a todos os intervenientes num processo construtivo, os construtores, proprietários e operadores, através de uma listagem organizada, a análise e avaliação sobre o impacto ambiental, o desempenho global, e a qualidade dos seus edifícios [BAUER, 2009].

O interesse mundial por estes sistemas foi, desde meados dos anos 80 aumentando progressivamente, o que originou a criação de vários sistemas de avaliação da construção. Com este aparecimento de diversos sistemas e com a evolução que cada sistema criado promove, originou um amadurecimento da avaliação do desempenho ambiental dos edifícios e tem levado ao aparecimento destes sistemas em novos países, introduzindo na avaliação e reconhecimento da construção sustentável [PINHEIRO, 2006].

Dos sistemas com maior aplicação, salientam-se o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) em Inglaterra, o LEED (Leadership in Energy and Environment Design) nos Estados Unidos e, como um projecto internacional, o GBTool (Green Building Tool) que resultou de um desafio proposto entre países para a comparação e avaliação de edifícios ao nível ambiental (Green Building Challenge). Contudo, ainda existem outros com um desenvolvimento mais recente, como é o caso do CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) no Japão e o DGNB na Alemanha [PINHEIRO, 2006].

O tipo de avaliação que estes proporcionam com a publicação dos resultados, representa um dos melhores métodos disponíveis para o incentivo da utilização e desenvolvimento das melhores práticas na construção. Por outro lado constituem um mecanismo importante de decisão para os profissionais na área da arquitectura, construção e engenharia [CASBEE, 2004]. De um modo geral, a metodologia

dos sistemas passa, inicialmente, pela ponderação individual dos diversos critérios que compõem cada sistema, e de seguida pelo seu somatório, traduzindo o resultado final. O resultado obtido é posteriormente comparado com uma escala de classificação final, que se apresenta dividida em vários níveis. Quanto maior o número de pontos, melhor a sua certificação [BAUER, 2009].

Em Portugal já foram desenvolvidos dois sistemas de avaliação voluntária. O sistema de certificação ambiental LiderA, que apesar de ser recente tem sido o sistema de referência a nível nacional. Além deste sistema a iisBE Portugal, lançou um outro sistema, o SBTOOL-pt, que tem evidenciado um enorme potencial, apresentando a possibilidade de integração na Web.

5.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

5.2.1. LEED - LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENT DESIGN

O sistema de avaliação ambiental voluntário LEED é um sistema americano de avaliação e certificação ambiental de edifícios de carácter voluntário, desenvolvido pelo U.S. Green Building Council (USGBC), uma organização sem fins lucrativos empenhada na expansão de práticas sustentáveis nos edifícios. Desde do seu lançamento que este sistema tem sofrido pequenas modificações, sempre no sentido de melhorar e facilitar a sua aplicação. Actualmente o LEED já vai na versão LEED v3. Nesta versão melhorou-se a definição das categorias de avaliação e a plataforma de certificação on-line foi igualmente aprimorada.



Figura 5.1. – Logótipo LEED

No LEED foram desenvolvidas diferentes versões do sistema, dependendo do tipo de utilização do edifício. Nas versões LEED disponíveis encontram-se, variantes destinadas às residências (Homes), aos espaços comerciais interiores (Commercial Interiors), aos elementos de construção do edifício, como a estrutura, envolvente e AVAC (Core & Shell), à nova construção (New Construction), aos edifícios de serviços (Schools, Healthcare, Retail) e aos edifícios existentes (Existing Buildings). Neste momento encontra-se em desenvolvimento uma aplicação do LEED na variante de desenvolvimento da envolvente (Neighborhood Development), com base no *smart growth*. Cada variante prende-se com as diferentes fases do projecto, como se observa na Fig.5.2. [USGBC, LEED site].

É de referir que apesar da aplicação da metodologia entre as diferentes versões ser semelhante, a ponderação entre os respectivos critérios é distinta [BAUER, 2009].

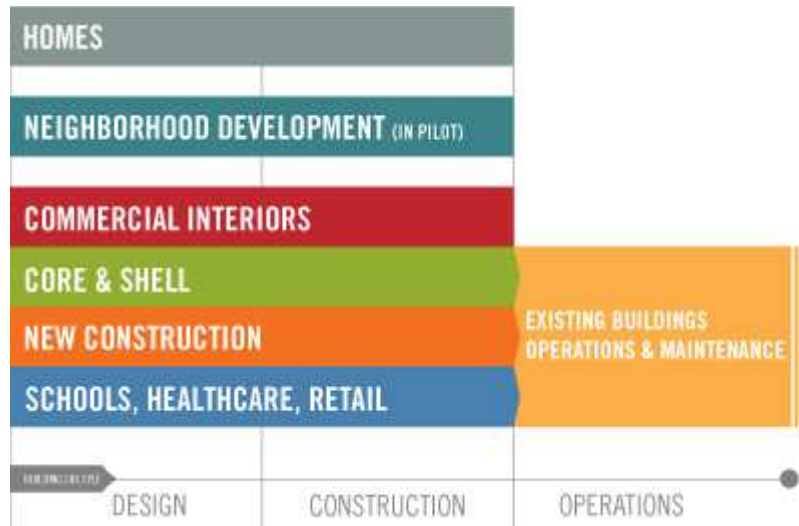


Figura 5.2. – Fases de avaliação LEED

Estruturalmente o LEED subdivide-se categorias, relacionadas com a sustentabilidade local, eficiência de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interior, desenho e inovação. A atribuição de créditos por cada uma destas categorias é feita segundo a Fig.3.16.

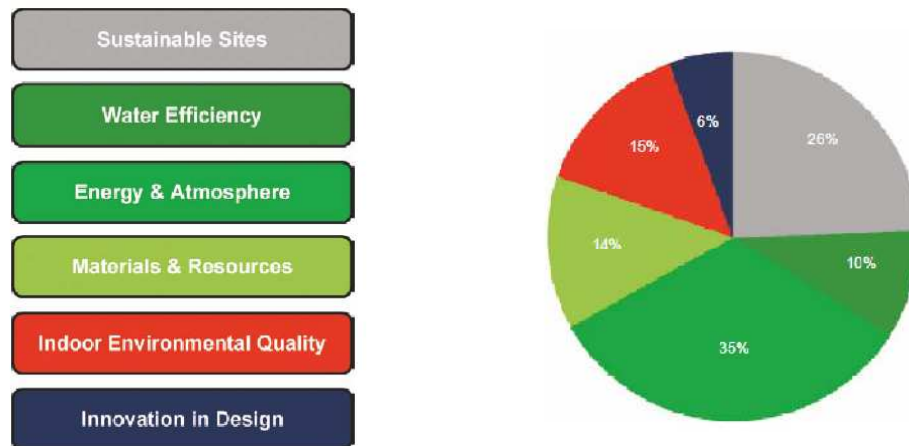


Figura 5.3. – Definição e ponderação das categorias de avaliação LEED [BAUER, 2009]

Para obter uma certificação, em primeiro lugar o projecto tem de satisfazer todos os pré-requisitos e um número mínimo de pontos descritos no sistema para cada aspecto. Os pontos obtêm-se por cumprimento de créditos que são requisitos a atingir. A contabilização dos pontos é feita mediante uma soma simples dos critérios comprovadamente cumpridos levando depois à atribuição dos seguintes níveis de certificação, conforme o resultado [USGBC, site]:

- Certificado – 40 a 49 pontos;
- “Prata” – 50 a 59 pontos;
- “Ouro” – 60 a 79 pontos;
- “Platina” – ≥ 80 pontos;

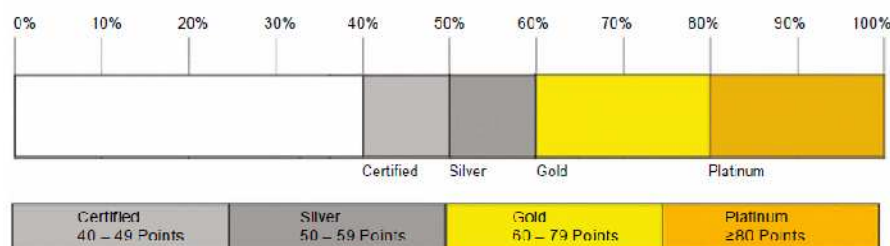


Figura 5.4. – Escala da classificação final LEED [BAUER, 2009]

Tem-se verificado um aumento significativo de projectos avaliados através deste sistema. O aumento do interesse dos promotores pela sustentabilidade, tem sido o principal impulsionador do desenvolvimento deste sistema. O sucesso do LEED nos Estados Unidos inspirou o desenvolvimento de outros sistemas de certificação ambiental nos restantes países [PINHEIRO, 2006].

A categoria deste sistema que diz respeito à poupança de água é a Water Efficiency (WE) na qual os seguintes créditos foram propostos:

- Crédito WE 2 – Redução do uso de água potável nos sanitários (urinóis e autoclismos) em 50% através do uso de equipamentos de poupança ou uso de água não potável (água da chuva, águas cinzentas recicladas e águas residuais tratadas no local ou nos sistemas municipais). Outra alternativa é fazer um tratamento terciário a 50% das águas residuais. Essa água deverá ser usada ou infiltrada no local;
- Crédito WE 3.1 - Redução em 20% no consumo total de água potável (não incluindo a irrigação) através de sistemas de poupança, aproveitamento de águas pluviais ou reciclagem das cinzentas;
- Crédito WE 3.2 – Redução em 30% no consumo total de água potável pelos mesmos métodos;
- Crédito Extra – Este crédito é atribuído para performances exemplares e implica a redução em 40% no consumo total de água potável da mesma forma.

É de referir que todos os créditos relativos à poupança de água, assumem a possibilidade de utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas para fins não potáveis, permitindo assim que o uso deste tipo de aproveitamento beneficie de forma positiva a classificação final segundo o LEED.

5.2.2. BREEAM - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD

O BREEAM é um sistema desenvolvido no Reino Unido de carácter voluntário concebido para ajudar os agentes envolvidos na construção, utilização e gestão dos edifícios a compreender e mitigar os impactos ambientais dos empreendimentos que eles projectam e constroem. Este sistema foi inicialmente desenvolvido para novos edifícios de escritórios (Offices), mas, depressa se generalizou o seu âmbito com a criação de versões específicas para o mercado residencial (EcoHomes), industrial (Industrial BREEAM), comercial (Retail) e escolar [BAUER, 2009]. O BREEAM está desenvolvido para que a sua principal aplicação se centre essencialmente na fase de projecto [UNEP, 2009].



Figura 5.5. – Logótipo Breeam

A avaliação funciona à base da atribuição de créditos sempre que se verifique que determinados requisitos, organizados em categorias, são cumpridos. Cada categoria em causa possui um peso específico, de acordo com a relevância determinada pelo sistema para a tipologia do edifício em causa, Pinheiro [2006].

Em termos globais, a sua metodologia define duas fases de avaliação, sendo que a primeira corresponde às características construtivas do projecto e a segunda está destinada à operação, gestão e manutenção do mesmo [UNEP, 2009].

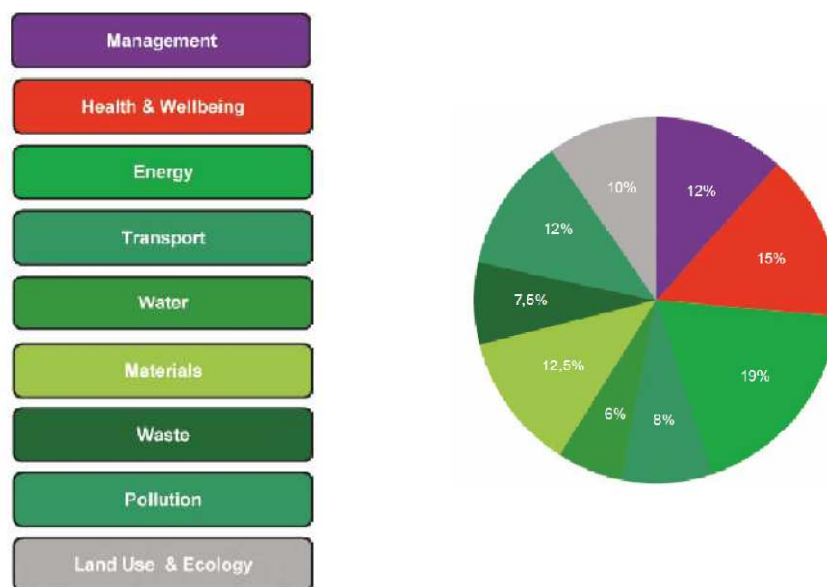


Figura 5.6. – Definição e ponderação das áreas de avaliação BREEAM [BAUER, 2009]

A classificação final corresponde a satisfatória se mais de 30% dos créditos forem cumpridos, boa se cumprir mais de 45% destes, muito boa se acima dos 55%, excelente se estiver acima dos 70% e extraordinária se cumprir mais de 85%.



Figura 5.7. – Escala da classificação final BREEAM [BAUER, 2009]

5.2.3. CASBEE - COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY

No Japão o Instituto da Habitação (Housing Bureau) e o MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism), estabeleceram, em Abril de 2001, uma nova organização, o JaGBC (Japan Green Building Council) que desenvolveu o sistema de certificação ambiental CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) [UNEP, 2008].

A aplicação do CASBEE que proporcionou o seu conhecimento, foi a sua utilização nos projectos de concepção das estruturas dos Jogos Olímpicos Pequim de Pequim, em 2008. Esta favorável aplicação permitiu que o CASBEE fosse adoptado em Pequim.



Figura 5.8. – Logótipo CASBEE

No que se refere ainda ao sistema de avaliação japonês, este dispõe de uma metodologia interessante, que detalha um conceito de fronteira que abrange o edifício e a sua envolvente (Fig.3.21.) através de uma abordagem passível de ser efectuada através de dois instrumentos associados às diferentes fases de vida do empreendimento [PINHEIRO, 2006].

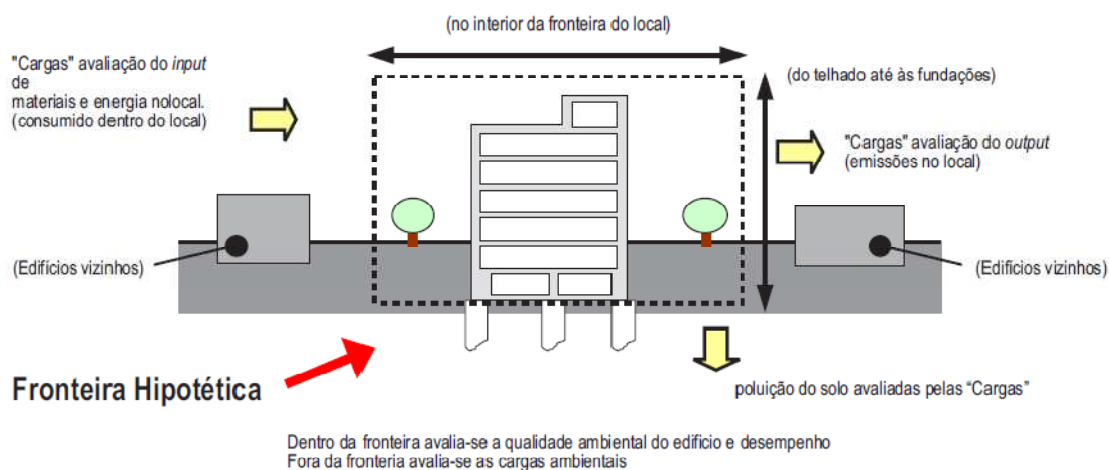


Figura 5.9. – Descrição da fronteira hipotética no CASBEE [PINHEIRO, 2006]

A nota final é atribuída através do quociente entre a avaliação da qualidade da construção e do desempenho ambiental (Q) no interior da fronteira e a avaliação das cargas ambientais (L) provocadas pela construção na propriedade pública.

Tal como nos outros sistemas, a classificação final da ponderação individual de todos os critérios, que depois de calculada é avaliada numa escala entre C (classificação mais baixa), B-, B+, A e S (classificação mais alta).



Figura 5.10. – Escala da classificação final LEED [UNEP, 2008]

5.3. SISTEMAS NACIONAIS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

5.3.1. LIDERA

O LiderA é a designação de um sistema de avaliação e reconhecimento voluntário da construção sustentável em Portugal.



Figura 5.11. – Logótipo LiderA

Desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro, tem como objectivo desenvolver a ideia de que o meio ambiente deve condicionar todo o processo de construção dos edifícios, desde a fase de projecto até à escolha dos materiais, englobando os aspectos ambientais que permitam um bom desempenho do edificado em termos de sustentabilidade.

Dispõe igualmente de mecanismos de avaliação, reconhecimento e certificação deste desempenho ambiental. Deste modo são definidos três níveis essenciais: o nível estratégico, o nível de projecto e o nível operacional (PINHEIRO, 2005).

O nível estratégico diz respeito às políticas e aos compromissos que suportam os objectivos a atingir a longo prazo para um determinado projecto.

O nível de projecto diz respeito ao projecto em si, nomeadamente a definição de soluções construtivas e de materiais que tenham em conta as políticas ambientais definidas no nível anterior.

O nível operacional corresponde à aplicação dos princípios estabelecidos, onde se procura avaliar de que forma o edifício corresponde aos níveis de sustentabilidade delineados nas fases anteriores.

O LiderA, baseia-se em 6 princípios de base para que se procure a sustentabilidade da construção:

- Princípio 1 – Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Princípio 2 – Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
- Princípio 3 – Reduzir o impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);

- Princípio 4 – Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;
- Princípio 5 – Fomentar as vivências sócio-económicas sustentáveis;
- Princípio 6 – Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

Estes princípios abrangem seis vertentes, vertentes estas que se subdividem em vinte e duas áreas:

- Integração Local (Solo, Ecossistemas naturais, Paisagem e Património);
- Recursos (Energia, Água, Materiais e Alimentares);
- Cargas Ambientais (Efluentes, Emissões Atmosféricas, Resíduos, Ruído Exterior e Efeitos Térmicos);
- Conforto Ambiental (Qualidade do Ar Interior, Conforto Térmico, Iluminação, Acústica);
- Adaptabilidade Socioeconómica (Acesso para todos, Custos do Ciclo de Vida, Diversidade Económica, Amenidades e Interação Social e Controlo e Segurança);
- Gestão Ambiental e Inovação.



Figura 5.12- Vertentes ambientais que estruturam o sistema LiderA

O sistema pode ser aplicado em todas as fases de projecto (conceito, projecto, construção, operação e reabilitação) e nas mais diversas tipologias de uso (habitação, comércio, indústria, turismo, serviços, etc.), tendo como objectivo principal apoiar todos os agentes envolvidos no sector da construção na tomada de decisões que visem a sustentabilidade dos respectivos projectos.

O sistema LiderA baseia-se num referencial que determina o nível de eficiência de um determinado critério, ou seja, são atribuídos os níveis A++, A+, A, B, C, D, E, F e G por ordem decrescente de eficiência.

A certificação é possível de ser adquirida quando se evidencia que o empreendimento apresenta uma melhoria correspondente á classe C, isto é, verifica-se uma melhoria de desempenho superior a 25% em relação às práticas actuais (representada pelo nível E), B (melhoria igual ou superior a 37,5 %) e A (melhoria na ordem dos 50%). Na melhor classe de desempenho existe, para além da classe A, a classe A+, associada a um factor de melhoria de 4 e a classe A++ associada a um factor de melhoria de 10 face à situação inicial considerada, sendo esta última equivalente a uma situação regenerativa.

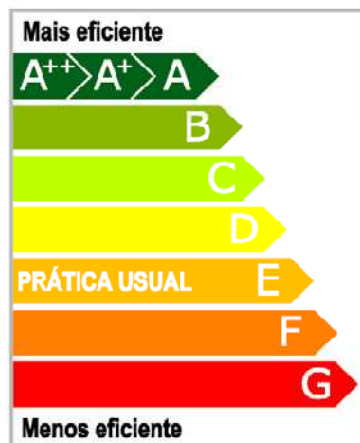


Figura 5.13 – Níveis de Desempenho Global

Assim, são adoptados quarenta e dois critérios pelo LiderA em 22 áreas diferentes, que pretendem alcançar um elevado grau de desempenho, em que os valores alcançados devem ser superiores às práticas existentes (nível E), fornecendo uma avaliação final da sustentabilidade dos edifícios.

5.3.1.1. Critérios Base do Sistema LiderA

Os critérios base que apoiam a procura da sustentabilidade são os seguidamente apresentados :

Quadro 5.1 - Critérios associados à vertente da Integração Local.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
INTEGRAÇÃO LOCAL	SOLO	7%	S	Valorização Territorial	C1
				Optimização ambiental da implantação	C2
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	5%	S	Valorização ecológica	C3
				Interligação de habitats	C4
				Integração Paisagística Local	C5
6 C. / 14 %	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2%	S	Protecção e Valorização do Património	C6
14%					

A primeira vertente que é a Integração Local (Quadro 5.1) diz respeito aos critérios que devem ser considerados na fase de estudo e idealização dos projectos, sobretudo na forma como a futura implementação do empreendimento e a sua ocupação do solo influenciará o desempenho ambiental do local.

Quadro 5.2 - Critérios do LiderA associados à vertente dos Recursos.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	NºC
RECURSOS	ENERGIA	17%	S	Certificação Energética/Consumo de Energia e eficiência dos equipamentos	C7
				Desenho Passivo	C8
				Intensidade em Carbono	C9
	ÁGUA	8%	S	Consumo de água potável	C10
				Gestão das águas locais	C11
	MATERIAIS	5%	S	Durabilidade	C12
				Materiais locais	C13
				Materiais de baixo impacte	C14
	9 C. / 32 %				
32%	ALIMENTARES	2%	S	Produção local de alimentos	C15

A segunda vertente são os Recursos (Quadro 5.2) e engloba critérios referentes a áreas como a energia, a água, os materiais e recursos alimentares. Esta vertente considera a racionalização do consumo dos recursos naturais como um factor importante para reduzir o impacte ambiental associado.

Quadro 5.3 - Critérios associados à vertente das Cargas Ambientais.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	NºC
CARGAS AMBIENTAIS	EFLUENTES	3%	S	Tratamento das águas residuais	C16
				Caudal de reutilização de águas usadas	C17
	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	2%	S	Caudal de Emissões Atmosféricas - Partículas e/ou Substâncias com potencial acidificante	C18
	RESÍDUOS	3%	S	Produção de resíduos	C19
				Gestão de resíduos perigosos	C20
				Reciclagem de resíduos	C21
8C. / 12 %	RUÍDO EXTERIOR	3%	S	Fontes de ruído para o exterior	C22
12%	POLUIÇÃO ILUMINO-TÉRMICA	1%	S	Efeito térmicos (ilha de calor) e luminosos	C23

As Cargas Ambientais (Quadro 5.3) são a terceira vertente considerada e aborda a dimensão dos impactes gerados pela envolvente construída e a relação que esta promove com os espaços exteriores. Estes impactes sucedem do tipo de utilização sistemática que se dá a uma determinada área construída, tornando-se como uma factura elevada a pagar pelo ambiente no caso de não existir controlo, optimização e redução por parte de quem utiliza esses mesmos espaços.

O LiderA define diversas áreas de relevo como os efluentes, o tipo de emissões atmosféricas, os resíduos produzidos, o ruído gerado pelas actividades interiores e os efeitos da poluição térmica.

Quadro 5.4 - Vertente associada ao Controlo Ambiental e respectivos critérios.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
CONFORTO AMBIENTAL	QUALIDADE DO AR	5%	S	Níveis de Qualidade do ar	C24
	CONFORTO TÉRMICO	5%	S	Conforto térmico	C25
4 C. / 15 %	ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5%	S	Níveis de iluminação	C26
15%			S	Isolamento acústico/Níveis sonoros	C27

O Controlo Ambiental (Quadro 5.4) abrange critérios relacionadas com o conforto interior dos espaços, designadamente os níveis de qualidade do ar, o conforto térmico, os níveis de iluminação e o conforto acústico.

Estes critérios são critérios muito importantes para o bem-estar dos utilizadores dependendo não só das actividades que serão realizadas nesses espaços como também do tipo de pessoas que os utiliza.

Quadro 5.5 - Vertente associada à Adaptabilidade Socio-Económica e respectivos critérios.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
ADAPTABILIDADE SÓCIO-ECONÓMICA	ACESSO PARA TODOS	5%	S	Acesso aos transportes Públicos	C28
				Mobilidade de baixo impacte	C29
				Acesso para todos - Acessibilidade a pessoas portadoras de deficiência	C30
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA	2%	S	Baixos custos no ciclo de vida	C31
	DIVERSIDADE ECONÓMICA	4%	S	Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	C32
				Dinâmica Económica	C33
				Trabalho Local	C34
	AMENIDADES E INTERACÇÃO SOCIAL	4%	S	Amenidades locais	C35
				Acessibilidade e interacção com a comunidade	C36
	CONTROLO E SEGURANÇA	3%	S	Capacidade de Controlo	C37
				Controlo dos riscos - Segurança (Safety)	C38
				Controlo das ameaças - Controlo da criminalidade (Security)	C39

A vertente referente à Adaptabilidade Socio-Económica (Quadro 5.5) tem como objectivo melhorar a interligação entre os espaços construídos e as comunidades em que estes estão inseridos, isto é, de que forma os empreendimentos a ser construídos ou já construídos e que estão a ser avaliados, podem contribuir para melhoria da qualidade de vida da comunidade. Os critérios utilizados para facilitar a avaliação são a acessibilidade dentro da comunidade, os custos do ciclo de vida sobretudo durante a fase de operação, a diversidade económica, as amenidades e interacção social e controlo e segurança.

Quadro 5.6 - Critérios associados à vertente da Gestão Ambiental e Inovação.

VERTENTES	ÁREA	Wi	Pre-Req.	CRITÉRIO	N°C
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	GESTÃO AMBIENTAL	6%	S	Informação ambiental	C40
3 C. / 6 %				Sistema de gestão ambiental	C41
9%	INOVAÇÃO	3%		Inovações	C42

A Gestão Ambiental e Inovação (Quadro 5.6) é a última vertente considerada e diz respeito à implementação de métodos com o objectivo de controlar ambientalmente os espaços construídos, não só através de sistemas automáticos de gestão ambiental como também apostando na divulgação de informações importantes aos utilizadores, que visem a optimização do desempenho ambiental dos espaços. [LiderA v2.0, 2009]

As vertentes referentes aos recursos e às cargas ambientais são as que possuem os critérios que dizem respeito ao tema a desenvolver nesta dissertação. Os critérios relativos à água são o C10, C11, C16 e C17.

Os critérios C10 e C11 inserem-se na vertente recursos e procuram a racionalização e de um melhor aproveitamento da água.

O critério C10 refere-se ao consumo de água potável e procura promover a implementação de estratégias que visem a redução dos consumos de água. Estas estratégias devem ter como objectivo a procura de adequar a utilização da água para o uso a que se destina, por exemplo utilizando mecanismos de reutilização das águas ou, no caso de ser possível, empregar águas de menor qualidade para fins que não necessitam de muita qualidade, como por exemplo a descarga e limpeza de sanitas.

O critério C11 diz respeito à gestão das águas locais e pretende incentivar a utilização de medidas que contribuam para o ciclo natural da água, por exemplo através da naturalização das águas no local, principalmente não aumentando o escoamento superficial e prevendo eventuais efeitos de picos/cheias em momentos de pluviosidade. Este critério defende o desenvolvimento de um sistema que propicie a infiltração e drenagem das águas pluviais para linhas de água naturais e a retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes.

Os critérios C16 e C17 estão incluídos na vertente referente às cargas ambientais.

O critério C16 reporta-se ao tratamento das águas residuais e pretende estimular a implementação de sistemas de tratamento locais, diminuindo assim a pressão sobre as estações de tratamento municipais e permitindo, sempre que possível, aproveitar sistemas biológicos adequados e de baixa intensidades em energia e materiais (produtos de tratamento).

O Critério C17 refere-se ao caudal de reutilização de águas usadas, como por exemplo a reutilização das águas residuais, particularmente as águas cinzentas que é um dos temas desta tese, para actividades que não necessitem de águas de grande qualidade, como autoclismos e rega e lavagem de espaços exteriores.

Para a obtenção da classificação final, e face à existência de 6 vertentes e de diversos critérios em cada uma delas, foi necessário efectuar uma ponderação entre as diversas áreas e a atribuição de diferentes

graus de importância a cada uma dessas áreas. A área de maior importância e a qual é atribuída uma maior percentagem na classificação é a energia (peso 17%) seguida da água (8%) e do solo (7%).

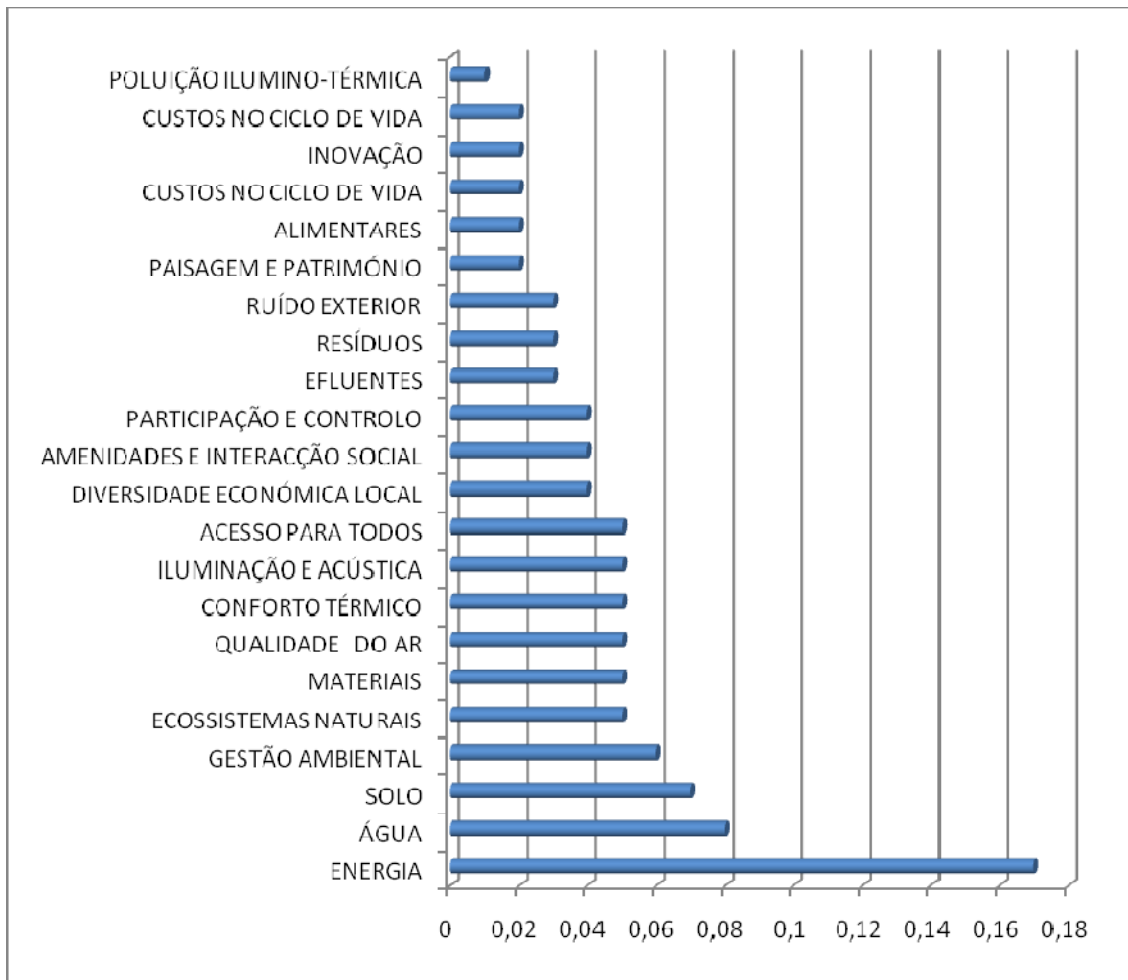


Figura 5.14 – Ponderação (em percentagem) para as 22 áreas do Sistema LiderA

Como se pode observar este sistema atribui uma grande importância à água (2ª área mais importante) e à sua utilização, daí que a implementação de sistemas e de medidas que promovam a sua preservação e boa utilização são muito importantes e permitirão uma boa classificação segundo este sistema.

Os factores de ponderação sugeridos são os seguintes:

- Nível E - Factor de ponderação equivalente a 1;
- Nível D - Factor de ponderação equivalente a 1,14;
- Nível C - Factor de ponderação equivalente a 1,33;
- Nível B - Factor de ponderação equivalente a 1,66;
- Nível A - Factor de ponderação equivalente a 2;
- Nível A+ - Factor de ponderação equivalente a 4;
- Nível A++ - Factor de ponderação equivalente a 10;

A cada área é atribuída uma percentagem de desempenho parcial, sendo o cálculo efectuado com base nos factores referentes aos critérios e na percentagem global que a respectiva área representa.

Somando todos os valores obtêm-se então uma classe final de desempenho que atribui efectivamente a certificação oficial LiderA, sendo enquadrada pelos seguintes intervalos:

- $12,2\% \leq \text{Classe C} < 14,5\%$
- $14,5\% \leq \text{Classe B} < 18,0\%$
- $18,0\% \leq \text{Classe A} < 30,0\%$
- $30,0\% \leq \text{Classe A+} < 70,0\%$
- $\text{Classe A++} \geq 70,0\%$

Quadro 5.7 - Classe do Edifício segundo o LiderA

Classificação		
	Classe G	8,9
8,9	Classe F	9,8
9,8	Classe E	10,8
10,8	Classe D	12,2
12,2	Classe C	14,5
14,5	Classe B	18,0
18,0	Classe A	30,0
30,0	Classe A+	70,0
70,0	Classe A++	

O sistema LiderA é um passo importante para que o reconhecimento de construções que sejam sustentáveis. Para este reconhecimento ser maior e para promover cada vez mais as construções sustentáveis, é muito importante a existência de benefícios, nomeadamente benefícios fiscais, para que os produtores, construtores e, principalmente, os utilizadores recorram a este tipo de construções. Em Lisboa, a câmara municipal aprovou a redução do imposto municipal sobre imóveis (IMI) em 25% para os edifícios certificados com classe A, e de 50% para os edifícios certificados com classe A+.

Pelo facto da existência destes benefícios, a utilização de sistemas que promovam o uso eficiente da água terão uma grande importância, pois a água, tal como já referido, é uma das áreas mais importantes neste sistema de classificação.

Para uma melhor aplicação do LiderA foi elaborado, em conjunto com o colega Nuno Antunes, um simulador utilizando o software Excel. A utilização deste simulador é bastante fácil e permite uma análise rápida e eficaz da classe a que o edifício será certificado. Atribuindo a classes a cada critério, o simulador automaticamente oferece a classificação final do edifício, que permitirá determinar a classe do edifício. A aplicação deste software será apresentada no capítulo 9, demonstrando a sua utilidade no caso de estudo apresentado.

5.3.2. SBTOOL - PT

O SBTOOL-PT é, tal como o LiderA, um sistema nacional, voluntário, de avaliação e reconhecimento da sustentabilidade de edifícios, baseado na ferramenta internacional SBTOOL (Sustainable Building Tool). Este sistema foi adaptado à realidade Portuguesa pela Associação iiSBE Portugal (International Initiative for the Sustainable Built Environment) em colaboração com o LFTC-UM e a Ecochoice.



Figura 5.15. – Logótipo SBTOOL-pt

O SBTOOL-pt considera as três dimensões da sustentabilidade, agrupando os vários critérios nas diferentes dimensões.

A metodologia diverge das restantes uma vez que considera uma normalização dos critérios, numa fase anterior à sua agregação. Isto permite uma distinção clara entre as melhores práticas, as práticas consideradas e as práticas de referência, atribuindo um valor de 1, para a melhor prática e um valor de 0 para a prática de referência.



Figura 5.16. – Metodologia SBTOOL-pt

Em termos de classificação final, o SBTOOL-pt, considera uma escala semelhante ao LiderA (+A a E), no enquanto a distribuição da sua pontuação é distinta.

Melhor Prática	A ⁺	$\bar{P} > 1,00$
	A	$0,70 < \bar{P} \leq 1,00$
	B	$0,40 < \bar{P} \leq 0,70$
Prática convencional	C	$0,10 < \bar{P} \leq 0,40$
	D	$0,00 \leq \bar{P} \leq 0,10$
	E	$0,00 < \bar{P}$

Figura 5.17. – Escala de desempenho SBTOOL-pt

A grande inovação na criação deste sistema, consiste na atribuição uma nota individual a cada dimensão da sustentabilidade, para além da nota global, e está a ser desenvolvido para que seja possível utilizá-lo via Web, estando já disponível um simulador online.

6

LEGISLAÇÃO E INCENTIVOS NA UTILIZAÇÃO DE SAAP E SAAC

6.1. LEGISLAÇÃO EXISTENTE E INCENTIVOS ECONÓMICOS NA APLICAÇÃO DE SAAP E SAAC

6.1.1. NO MUNDO

Relativamente aos SAAP, no Brasil existe desde Julho de 2005, um Projecto-Lei que impõe a obrigatoriedade do aproveitamento de água pluvial. Esse projecto impõe que todas as novas construções de carácter comercial, industrial, residencial ou pública, localizadas em área urbana, com área construída de 1000 m² e/ou consumos superiores a 150 m³/mês, deverão aproveitar a água da chuva em quantidades compatíveis com o consumo, [Bertolo, 2006].

Em Berlim (Alemanha), a adopção de sistemas de aproveitamento das águas pluviais é muito incentivada. O tarifário de consumo de água e saneamento é cobrado em separado e compreende os valores de 2,181€/m³ e 2,543€/m³, respectivamente [Reichmann, 2009]. Manifesta-se aqui uma separação entre taxar a água consumida, que pode ser substituída em parte por águas pluviais e as águas residuais, cuja produção se mantém inalterada.

Relativamente aos SAAC, em Espanha, foi dado um passo em frente na regulamentação de SAAC, ao ser decretado o Real Decreto 1620/2007, que estabelece o regime jurídico de utilização das águas tratadas, onde se incluem os requisitos de qualidade para os usos previstos.

No Japão, designadamente em Tóquio, por ser um país com elevada densidade populacional, todos os edifícios que apresentem uma área igual ou superior a 5000 m², são obrigados a adoptar sistemas de aproveitamento de águas cinzentas.

Nos restantes países ainda não se verificou grande desenvolvimento na legislação e incentivo de SAAC como acontece para os SAAP.

6.1.2. EM PORTUGAL

Relativamente a SAAP e SAAC, Portugal não possui ainda legislação sobre a sua utilização.

A primeira situação a corrigir e talvez a mais difícil diz respeito ao Artigo 86º do Regulamento Geral dos Sistema Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Águas Residuais, que declara que a entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública. A legislação deixa assim de parte a possibilidade de utilizar a água não potável, onde se inclui a água pluvial, nos

autoclismos e urinóis, sendo isto grande contradição, pois se é permitida a rega dos alimentos com água da chuva, abastecer os aparelhos sanitários também deveria ser possível. Assim, os Serviços Municipalizados (SMAS) têm o direito de não aprovar qualquer projecto para utilização da água nos sanitários, mesmo que estejam garantidas todas as condições de segurança. Esta situação provoca algum desinteresse por parte do investidor que pretende investir nestes sistemas, pois a sua principal razão seria a possibilidade de poupar no consumo de água potável através da utilização de água não potável na descarga de autoclismo. No entanto os investimentos que são aprovados pelo SMAS, conseguem ter uma redução na taxa de saneamento, pois esta encontra-se indexada à do consumo de água. Esta situação é mais uma vez incompreensível, pois acaba-se por se produzir iguais proporções de águas residuais às que se produziriam sem recolha das águas pluviais.

Contudo, apesar desta situação ainda não ser regulamentada, programas como PNUEA, impulsionado pelo Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT), referem o aproveitamento de águas pluviais como solução muito interessante e a se ter em consideração. Tal como já referido no primeiro capítulo, o PNUEA refere 4 medidas que mencionam esse aproveitamento, em que uma, a medida 08, expõe especificamente a viabilidade do uso da água nos urinóis e autoclismos.

Relativamente ao SAAC, existem normas referentes à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas, dispostas no Decreto-Lei nº 152/97 de 19 de Junho, onde se indica no artigo 11º, que as águas residuais tratadas devem ser reutilizadas, sempre que possível ou adequado. O grande problema é a inexistência de legislação que regulamente e oriente essa mesma reutilização, nomeadamente em relação à qualidade da água exigida.

Pode-se referir no entanto, que já se procura em Portugal incentivar a utilização de medidas ambientalmente sustentáveis, tal como a água, através da introdução no Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) de um pequeno incentivo financeiro. É de mencionar que, apesar desta procura de incentivar na utilização deste tipo de práticas, na descrição dos requisitos para o obter encontram-se algumas incongruências.

Pode-se afirmar que apesar de se registar um ligeiro aumento destes sistemas em Portugal, falta ainda uma base legislativa e incentivos sólidos que promovam e incentivem a população a recorrer a construções sustentáveis.

Com o objectivo de permitir uma melhor compreensão e elucidação dos utentes, é feito de seguida uma apresentação de quais os requisitos e quais os benefícios que estão previstos no IMI para quem adopte soluções ambientalmente sustentáveis.

6.2. INFLUÊNCIA DE TÉCNICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS NO IMPOSTO MUNICIPAL SOBRE IMÓVEIS (IMI)

Nos dias de hoje é cada vez mais importante a utilização de técnicas ambientalmente sustentáveis. A utilização de recursos e de meios que sejam benéficos para o meio ambiente é muito valorizado.

No aspecto económico-financeiro têm sido adoptadas várias medidas para incentivar a utilização destas técnicas. Uma das medidas, e a que será desenvolvida neste capítulo, são os incentivos fiscais previstos no Código do Imposto Municipal sobre Imóveis.

6.2.1. INCENTIVOS FISCAIS PRESENTES NO CIMI

Em Julho de 2007 entrou em vigor a Red. Lei53-A/06, de 29 de Dezembro. Nesta alteração ao antigo CIMI, foram incluídos benefícios fiscais aos contribuintes que praticassem técnicas ambientalmente sustentáveis.

Este incentivo fiscal é implementado através da aplicação de um coeficiente minorativo no valor do coeficiente de qualidade e conforto, reduzindo assim o valor deste coeficiente, baixando assim o valor patrimonial tributário do prédio. Esta medida está presente no Artº43.º, sendo este apresentado de seguida.

"Art.º 43.º DO CÓDIGO DO IMPOSTO MUNICIPAL SOBRE IMÓVEIS

1. "O coeficiente de qualidade e conforto (Cq) é aplicado ao valor base do prédio, podendo ser majorado até 1,7 e minorado até 0,5, e obtém-se adicionando à unidade os coeficientes majorativos e subtraindo os minorativos que constam da tabelas seguinte:

- Elementos de qualidade e conforto Coeficientes

- Majorativos:

1. Moradias unifamiliares Até 0,20
2. Localização em condomínio fechado 0,20
3. Garagem individual 0,04
4. Garagem colectiva 0,03
5. Piscina individual 0,06
6. Piscina colectiva 0,03
7. Campos de ténis 0,03
8. Outros equipamentos de lazer 0,04
9. Qualidade construtiva Até 0,15
10. Localização excepcional Até 0,10
11. Sistema central de climatização 0,03
12. Elevadores em edifícios de menos de quatro pisos 0,02
13. Localização e operacionalidade relativas Até 0,05

- Minorativos:

14. Inexistência de cozinha 0,10
15. Inexistência de instalações sanitárias 0,10
16. Inexistência de rede pública ou privada de água 0,08
17. Inexistência de rede pública ou privada de electricidade 0,10
18. Inexistência de rede pública ou privada de gás 0,02
19. Inexistência de rede pública ou privada de esgotos 0,05
20. Inexistência de ruas pavimentadas 0,03
21. Inexistência de elevador em edifícios com mais de três pisos 0,02
22. Existência de áreas inferiores às regulamentares 0,05
23. Estado deficiente de conservação Até 0,05

24. Localização e operacionalidade relativas Até 0,05

25. Utilização de técnicas ambientalmente sustentáveis, activas ou 0,05

NOTA: Para “*Prédios urbanos destinados a comércio, indústria ou serviços*” o “*coeficiente minorativo*” é de 0,10”

6.2.2. TÉCNICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS

Importa agora esclarecer o que é considerado pelo código como técnica ambientalmente sustentável.

Na alínea o) do referido artigo, considera-se que um prédio utiliza técnicas ambientalmente sustentáveis, activas ou passivas, sempre que este :

- utilize energia proveniente de fontes renováveis
- aproveite águas residuais tratadas
- aproveite águas pluviais
- quando foi construído utilize sistemas solares passivos

6.2.2.1. Incoerências presentes no CIMI

Surgem então grandes dúvidas sobre o artigo 43º relativamente ao que se considera realmente como técnicas ambientalmente sustentáveis e que permitem a redução do IMI.

Aparece logo à primeira vista a questão da hidroelectricidade. A hidroelectricidade é, ou pelo menos deveria ser, considerada como uma energia proveniente de fonte renovável, e se assim fosse, todos os contribuintes deveriam ser beneficiários de redução no IMI, o que não acontece. Se tal fosse considerado como energia renovável, outra questão se impõe. Como será que o fisco consegue distinguir hidroelectricidade e electricidade produzida com combustíveis fósseis?

Outro problema surge nas águas residuais tratadas. A reutilização de águas cinzentas para limpeza de sanitas apesar de ser uma técnica ambiental, não se enquadra no artigo 43º se estas não forem tratadas. A questão é então a seguinte, será mesmo necessário o seu tratamento? Se for, quais as bases legais ou científicas para exigir tratamento e quais os tratamentos adequados? Uma simples rede metálica para impedir passagem, por exemplo, de cabelos ou uma simples pastilha de cloro são tratamentos adequados?

Relativamente ao aproveitamento de águas pluviais surgem também algumas questões, nomeadamente quais os requisitos mínimos para que seja considerado para efeitos do IMI. Um simples balde de 50 litros para aproveitar água da chuva para rega dá direito a redução no IMI?

São questões como estas que podem permitir alguma contestação do contribuinte à avaliação realizada pelo perito.

A falta de cuidado na redacção de algumas leis e códigos originam muitas vezes ambiguidade na interpretação de tais leis. Qualquer lei ou código deve ser escrito de forma a que a interpretação seja única e inequívoca, isto é, não permita diversos pontos de vista sobre o mesmo assunto. Para que tal aconteça, é importante que tais documentos sejam redigidos por especialistas que estejam dentro dos assuntos e que tenham já alguma experiência nessa matéria.

Além das dúvidas descritas, há ainda um ponto importante de mencionar. O facto de um prédio utilizar mais do que uma técnica ambientalmente sustentável não tem nenhum benefício extra e deveria ter. Um contribuinte cuja preocupação ambiental é superior a outro, deveria ser valorizado. Por exemplo, uma moradia que possui, além dos já habituais painéis solares presentes nas novas construções, um sistema de aproveitamento das águas pluviais e de reutilização de águas cinzentas deveria ser valorizada relativamente a uma habitação que apenas possui painéis solares. Para tal, deveria estar previsto um incremento ao coeficiente minorativo por cada técnica ambiental extra presente. Seria uma boa maneira de incentivar as pessoas a recorrerem a práticas ambientais, pois assim saberiam que seriam recompensadas e que o investimento inicial teria um bom retorno.

6.2.3. EXEMPLOS PRÁTICOS

Para melhor demonstrar os benefícios da utilização destas técnicas no IMI, serão apresentados dois casos práticos como exemplo, uma moradia e um apartamento num edifício, recorrendo ao simulador para avaliação de um prédio urbano existente no site das finanças. Serão feitas simulações admitindo a existência ou não de técnicas ambientalmente sustentáveis, de forma a avaliar a variação que provocam no valor patrimonial tributário do prédio.

6.2.3.1. Influência das técnicas ambientalmente sustentáveis no valor patrimonial tributário de uma moradia

A moradia em estudo é unifamiliar de R/C mais um andar, tem uma área de 150 m² por piso, isto equivale a uma área bruta de 300 m², implantada num lote com 500 m² e tem uma garagem para 2 automóveis de 40 m². É uma nova construção, a qualidade da sua construção é considerada normal e como factor extra possui sistema central de climatização.

Com estes dados e recorrendo ao referido simulador obtiveram-se os seguintes resultados, apresentados nos quadros abaixo expostos, sendo que numa primeira avaliação considerou-se que não existiam técnicas ambientalmente sustentáveis e numa segunda avaliação que estas já existiam.

Quadro 6.1 – Moradia Unifamiliar sem recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis

Simulação Valor Patrimonial Tributário

Resumo

Tipo de Prédio:	Prédio Edificado, Propriedade total com ou sem divisões
Afectação:	Habitação
Coefficiente de afectação:	1
Coefficiente de localização:	1,8
Valor de construção:	603,00
Idade do prédio:	0
Coefficiente de vetustez:	1
Coefficiente de qualidade e conforto:	1,27
Área bruta privativa:	300 m2
Área bruta dependente:	40 m2
Área total do terreno:	500 m2
Área de implantação:	150 m2
Área Ajustada:	278.6 m2

Valor patrimonial Tributário

Valor patrimonial Tributário do prédio: 394.730,00 Euros

Quadro 6.2 – Moradia Unifamiliar com recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis

Simulação Valor Patrimonial Tributário

Resumo

Tipo de Prédio:	Prédio Edificado, Propriedade total com ou sem divisões
Afectação:	Habitação
Coefficiente de afectação:	1
Coefficiente de localização:	1,8
Valor de construção:	603,00
Idade do prédio:	0
Coefficiente de vetustez:	1
Coefficiente de qualidade e conforto:	1,22
Área bruta privativa:	300 m2
Área bruta dependente:	40 m2
Área total do terreno:	500 m2
Área de implantação:	150 m2
Área Ajustada:	278.6 m2

Valor patrimonial Tributário

Valor patrimonial Tributário do prédio: 379.190,00 Euros

De forma a aferir qual o valor que se terá de pagar anualmente, será necessário multiplicar o valor patrimonial tributário pela taxa do imposto municipal do município em questão.

Esta moradia situa-se no Porto, sendo que a taxa neste município de 0,7%.

Assim sendo o valor a pagar anualmente é:

$$394730 \text{ €} \times 0,7\% = 2763,11 \text{ €/ano (sem técnicas)}$$

$$379190 \text{ €} \times 0,7\% = 2654,33 \text{ €/ano (com técnicas)}$$

Verifica-se então que se houver uma preocupação ambiental consegue-se uma redução no IMI de 3,94%, que equivale a uma poupança de cerca de 110 € por ano, no caso de uma moradia.

6.2.3.2. Influência das técnicas ambientalmente sustentáveis no valor patrimonial tributário de um Apartamento

O apartamento que será analisado é igualmente uma construção nova, com uma área de 120 m², inserido num edifício com uma área de implantação de 300 m² num terreno com 500 m². Inclui um lugar de garagem de 22 m² em garagem colectiva, sistema central de climatização e a fracção equivale a uma permissão de 15 no total do edifício.

Recorrendo ao referido simulador, obteve-se os seguintes valores:

Quadro 6.3 – Apartamento sem recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis

Simulação Valor Patrimonial Tributário

Resumo

Tipo de Prédio:	Prédio Edificado, Fracções de propriedade horizontal
Afectação:	Habitação
Coefficiente de afectação:	1
Coefficiente de localização:	1,8
Valor de construção:	603,00
Idade do prédio:	0
Coefficiente de vetustez:	1
Coefficiente de qualidade e conforto:	1,06
Área total do terreno:	500 m2
Área bruta privativa da fracção:	120 m2
Área do terreno integrante da fracção:	0 m2
Área bruta dependente da fracção:	22 m2
Permissão da fracção:	15
Área de implantação do edifício no terreno:	300 m2
Total das áreas de terreno integrantes de todas as fracções:	0 m2
Área Ajustada:	123.94 m2

Valor patrimonial Tributário

Valor patrimonial Tributário do prédio: 142.690,00 Euros

Quadro 6.4 – Apartamento com recurso a técnicas ambientalmente sustentáveis

Simulação Valor Patrimonial Tributário

Resumo

Tipo de Prédio:	Prédio Edificado, Fracções de propriedade horizontal
Afectação:	Habitação
Coefficiente de afectação:	1
Coefficiente de localização:	1,8
Valor de construção:	603,00
Idade do prédio:	0
Coefficiente de vetustez:	1
Coefficiente de qualidade e conforto:	1,01
Área total do terreno:	500 m2
Área bruta privativa da fracção:	120 m2
Área do terreno integrante da fracção:	0 m2
Área bruta dependente da fracção:	22 m2
Permilagem da fracção:	15
Área de implantação do edifício no terreno:	300 m2
Total das áreas de terreno integrantes de todas as fracções:	0 m2
Área Ajustada:	123.94 m2

Valor patrimonial Tributário

Valor patrimonial Tributário do prédio: 135.960,00 Euros

Assim sendo o valor a pagar anualmente é:

$$142690 \text{ €} \times 0,7\% = 998,83 \text{ €/ano (sem técnicas)}$$

$$135960 \text{ €} \times 0,7\% = 951,72 \text{ €/ano (com técnicas)}$$

No caso de um apartamento, se forem utilizadas técnicas ambientalmente sustentáveis consegue-se uma redução no IMI de cerca de 4,72%, que corresponde a uma diminuição de cerca de 47 € por ano.

Após a análise destes dois casos práticos, importa salientar que apesar do coeficiente minorativo por utilizar técnicas ambientalmente sustentáveis ser igual a 0,05, isso não corresponde a uma redução de 5% no valor patrimonial tributário do prédio. A redução varia entre os 3,5 % e 5%.

7

ANÁLISE ECONÓMICA DO USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS

7.1. INTRODUÇÃO

O objectivo dessa análise económica é, essencialmente, dar uma ideia dos trabalhos e verbas envolvidas, apresentando como “outputs” balanços anuais, dos quais se pode deduzir o tempo de retorno do investimento (TRI). Como é habitual, vai ser conduzida numa perspectiva de contabilização dos custos e benefícios e tomar-se-á como exemplo o caso de um SAAP. Para outras situações poder-se-á seguir orientação semelhante, com adaptações circunstanciais.

7.2. INVESTIMENTO

O custo mais significativo é o investimento na concretização da obra. No caso de um SAAP, por exemplo, há a considerar o reservatório propriamente dito, os equipamentos, alguns trabalhos complementares, o aumento de custo da rede predial relativamente a uma solução sem SAAP e, no caso de soluções colectivas, o custo da rede de adução desde os locais de captação até ao reservatório e, finalmente, a rede de distribuição exterior, desde o mesmo até aos locais de consumo.

(i) Custo do reservatório

O custo dos reservatórios está associado à capacidade dos mesmos. Repare-se que, em regra, os critérios para dimensionamento fornecem a capacidade útil, mas na prática os reservatórios terão que ser um pouco maiores. Em termos gerais será de considerar que a capacidade real é cerca de 20% maior que a capacidade útil encontrada.

Como base de cálculo para avaliar o seu custo, podem ser usados os elementos apresentados no capítulo 2.

(ii) Custo dos equipamentos

Os equipamentos geralmente presentes incluem o sistema de pressurização, os comandos, filtro, sistema próprio para entrada da água, tomada de água e pequenos acessórios.

(iii) Custo de trabalhos complementares

Nestes trabalhos complementares está geralmente incluído o sistema de esgoto do reservatório.

(iv) Custo da rede de adução e rede exterior de distribuição

A tubagem de adução terá características semelhantes à de uma rede de drenagem de águas pluviais. Em princípio será em tubo plástico para baixas pressões, com diâmetros da ordem dos 100 a 200 mm (dependendo do número de fogos servido).

A tubagem de distribuição também poderá ser em material plástico para pressões da ordem dos 0,2 Mpa. O caudal requerido por cada autoclismo é muito pequeno, 0,10 l/s, pelo que os diâmetros da rede de distribuição também são pequenos. Para dar uma ideia, a canalização para alimentar 20 autoclismos, poderá ser da ordem dos 25 mm, porque nem todos funcionam em simultâneo.

As duas tubagens podem ser instaladas na mesma vala, e esta não precisará de ser muito profunda se forem evitadas vias públicas, como é relativamente fácil em condomínios. Se não houver trânsito automóvel sobre a canalização, bastará garantir um recobrimento da ordem 0,25 m. Por outro lado, estas obras devem feitas antes das pavimentações, pelo que não haverá despesas sob esse aspecto.

(v) Aumento de custo da rede predial

Se o edifício for servido por um SAAP há que instalar uma rede de água não potável para alimentar alguns aparelhos, frequentemente apenas os autoclismos. Em contrapartida a rede de água potável torna-se um pouco mais económica, sobretudo porque passa a ser um pouco menos extensa.

Num estudo efectuado para o caso concreto de uma moradia unifamiliar no Porto, com CV+R/C+1 andar e cerca de 100 m² por piso, Bertolo (2006) concluiu que esse aumento de custo seria da ordem dos 560 euros, tendo em conta as alterações na rede para a alimentação de quatro autoclismos, uma máquina de lavar roupa e um tanque de lavagem.

Quem investe num SAAP poderia fazê-lo numa outra aplicação que lhe rendesse uma determinada taxa de remuneração do capital (no caso mais simples, uma taxa de juro), a representar por “rem”. Então, o “investimento capitalizado” ao fim de n anos seria dado por:

$$\text{Investimento Capitalizado} = \text{INV} \times (1 + \text{rem})^n \quad (7.1)$$

7.3. VALOR EFECTIVO

Há agora que comparar, ano a ano, esse montante que seria possível obter numa outra aplicação, com aquele que realmente se vai conseguir com o SAAP, designado por “valor efectivo” (VA). VA é a soma de duas parcelas:

$$\text{Valor Efectivo} = \text{Valor Residual} + \text{Resultados Anuais Capitalizados} \quad (7.2)$$

7.3.1. VALOR RESIDUAL

Em terminologia de avaliações, um SAAP é uma “benfeitoria”, como seria, por exemplo, uma piscina. Essa benfeitoria tem, obviamente, um certo valor em cada instante, em geral cada vez menor, devido a

depreciação, embora não seja forçosamente sempre assim, por efeito, por exemplo, da inflação. O valor residual do bem (neste caso um SAAP) ao fim de n anos de utilização, será dado por:

$$\text{Valor Residual} = \text{INV} \times (1 - \text{dep} + \text{inf})^n \quad (7.3)$$

onde “dep” representa a taxa de depreciação e “inf” a taxa de inflação.

7.3.2. RESULTADOS ANUAIS CAPITALIZADOS

O resultado capitalizado em cada ano (RAC) é contabilizado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Resultado Anual Capitalizado} = \\ \text{Poupança Anual} - \text{Custos de Energia} - \text{Custos de Pessoal} - \text{Custos de Manutenção} \end{aligned} \quad (7.4)$$

Sendo que:

(i) A poupança anual diz respeito ao valor da água da rede que se deixou de consumir. Há que avaliar através de metodologia fiável qual esse volume (o qual está intimamente associado à capacidade do reservatório) e aplicar-lhe a tarifa correspondente, a qual é geralmente crescente com o escalão dos consumos (ver por exemplo o Quadro 7.1). A metodologia proposta é a que se utiliza no programa computacional UEFA.

(ii) A energia a que se refere a equação (7.4) é a energia consumida na bombagem da água, a qual é avaliada conforme se explica mais adiante, em 8.3.1.

Como se sabe, a energia exprime-se habitualmente em kWh, e para calcular o respectivo custo há que aplicar o tarifário praticado na região. Em geral, o custo da energia é muito pouco significativo, devido aos reduzidos volumes e alturas manométricas em jogo.

(iii) Os custos normais de pessoal também não são muito significativos. Em instalações colectivas dizem respeito a verificações de rotina e limpeza do reservatório. A reparação de eventuais avarias será incluída na rubrica “manutenção”.

(iv) Na manutenção incluem-se, fundamentalmente, reparação de avarias (mão de obra e materiais) e consumíveis, cuja despesa é pouco significativa.

Conhecido o resultado em cada ano, para efeitos de comparação com o investimento capitalizado, há que proceder à capitalização dessa série de resultados, para o que se utiliza a mesma taxa de remuneração que a do investimento, isto é “rem”.

7.3.3. BENEFÍCIOS FISCAIS CAPITALIZADOS

Actualmente, o benefício fiscal diz respeito à dedução para efeitos de Imposto Municipal sobre Imóveis. O modo de calcular essa dedução foi já apresentado no Capítulo 6. O montante poupado ano a ano deverá depois ser capitalizado á taxa “rem”.

7.4.RESULTADO LÍQUIDO DA APLICAÇÃO DO CAPITAL

O resultado líquido da aplicação do capital, a designar por “saldo”, será a dado por:

$$\text{Saldo} = \text{Resultados Anuais Capitalizados} + \text{Benefícios Fiscais Capitalizados} - \text{Investimento Capitalizado} \quad (7.7)$$

Saldo negativo num determinado ano significa que até esse ano o SAAP se comportou como aplicação financeira pior do que a alternativa a que corresponde a taxa de remuneração de capitais tomada como referência. Inicialmente o saldo é negativo, mas em virtude da sistemática poupança de água e do benefício fiscal, acaba por se tornar positivo. O período necessário para se tornar positivo será designado por “tempo de retorno do investimento” (TRI).

7.5.TAXAS E TARIFAS USADAS NOS CASOS ESTUDADOS

➤ *Taxa de remuneração do capital*

Conforme se disse, esta taxa representa a remuneração que o investidor poderia alcançar numa outra aplicação financeira. Depende, portanto, da maior ou menor capacidade ou apetência desse investidor para alcançar boas remunerações para as suas aplicações, e depende ainda da conjuntura económica que o rodeia.

Se estivermos perante um negócio de pequena escala, por exemplo, construção de uma moradia pelo futuro proprietário, é provável que este não esteja acostumado a esforçar-se muito para otimizar as suas aplicações financeiras. O caso mais corrente é o do cidadão que aplica as suas poupanças em depósitos bancários, dos quais consegue, actualmente, remunerações líquidas da ordem de 1% a 3%.

No entanto, quem trabalha com negócios de outra escala, tem possibilidade de obter melhores remunerações, digamos, até 8%.

Perante este cenário, e para quem dispõe de um programa de cálculo, será aconselhável proceder a várias simulações, fazendo variar a taxa de remuneração do capital, conforme se exemplifica no Capítulo de Estudo de Casos.

➤ *Taxa de depreciação das obras executadas*

Trata-se de assunto que tem a ver com o valor residual dos bens, conforme mostra a eq (7.3), e cuja análise se reveste de alguma subjectividade, por várias razões, mas desde logo porque depende do tipo de bem que se está a considerar.

Tomando um SAAP a título de exemplo, julga-se que uma taxa de depreciação de 10% ao ano poderá servir de referência. Esta taxa conduz a um valor residual quase simbólico de 12% ao fim de 20 anos e apenas 1% ao fim de 40 anos. Ora a componente mais cara de um SAAP, o reservatório, e mesmo as canalizações (que em soluções colectivas podem ser relativamente caras), são obras de longa duração, com tempos de vida da ordem dos 40 anos, pelo que a taxa de 10% talvez seja demasiado penalizadora para um SAAP, embora considerada em exemplos que se seguem, por razões de segurança.

➤ *Taxa de inflação*

Nas circunstâncias actuais, considera-se que a taxa de inflação a considerar para produtos como um SAAP poderá ser da ordem de 1% a 3%.

➤ *Tarifas da água*

As tarifas praticadas para a venda da água potável dependem da localidade e dos escalões de consumo, podendo ser consultadas, por exemplo, nos “sites” dos fornecedores. Note-se que o preço a pagar pela drenagem de águas residuais, bem como pela recolha de resíduos sólidos está indexado ao consumo de água, pelo que na tarifa, devem ser incorporadas essas parcelas.

A título de exemplo mostram-se os valores utilizados nos casos de estudo, relativos á cidade do Porto.

Quadro 7.1 - Tarifas de Consumo de Água no Porto

	Escalão [16-20] m³/mês	Escalão [>20] m³/mês
Abastecimento (€/m³)	1,75	2,68
Saneamento (€/m³)	0,68	1,05
Resíduos (€/m³)	0,27	0,30
Total (€/m³)	2,8	4,0

8

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE ECONÓMICA DE SOLUÇÕES PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA

8.1. ESTRUTURA DO PROGRAMA UEFA

8.1.1. MÓDULOS

UEFA é um programa elaborado na Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente da FEUP com recurso à ferramenta informática Excel, e dedicado à análise de soluções para o uso eficiente da água, o qual vem sendo sujeito a sucessivos “upgrades”, como aconteceu na presente dissertação.

O programa engloba cinco módulos principais:

- *MÓDULO 1: Equipamentos*
- *MÓDULO 2: Aproveitamento da água das chuvas e águas cinzentas*
- *MÓDULO 3: Energia*
- *MÓDULO 4: Custos*
- *MÓDULO 5: Análise Económica*

8.2. MÓDULO 1: EQUIPAMENTOS

Este módulo contém informação sobre os equipamentos prediais consumidores de água, caso de torneiras, sanitas, máquinas de lavar, etc. Esses equipamentos foram classificados em duas categorias conforme a sua eficiência na utilização da água, os chamados “equipamentos tradicionais” e os “equipamentos eficientes”.

A cada aparelho atribuiu-se o respectivo consumo, tomando por base informação diversa, tal como a proveniente da ANQIP, Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais, Decreto Regulamentar nº 23/95, catálogos de fornecedores, etc.

Para além das características dos aparelhos é preciso conhecer os perfis de utilização, isto é, o número de vezes que os aparelhos são utilizados por cada pessoa e a duração média de cada utilização assunto em que o trabalho de Martins (2009) se revelou muito útil, pois faz uma análise bastante pormenorizada desta questão.

De posse desta informação é possível obter os consumos em litros por habitante e por dia, conforme mostra o Quadro 8.1 e, finalmente, multiplicando-os pelo número de habitantes chega-se aos consumos diários no edifício.

Quadro 8.1 – Quadro dos consumos dos equipamentos

Equipamentos	Consumos (L)	Consumos (L/min)	Utilizações/hab/dia	Duração/utilização (s)	Consumos (L/hab/dia)
Autoclismo	9		5,5		49,5
Chuveiro		7,7	1	420	53,9
Torneiras Cozinha		12	3	15	9,0
Torneiras Lavatório		12	5	15	15,0
Máquina de lavar roupa	47		0,2		9,4
Máquina de lavar louça	12		0,3		3,6
Total					140,4

8.3. MÓDULO 2; APROVEITAMENTO DE ÁGUA DAS CHUVAS E ÁGUAS CINZENTAS

8.3.1. LINHAS GERAIS DO PROGRAMA RAPACR

Na Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente da FEUP havia sido elaborado o programa RESAP que, conforme o nome sugere, era utilizado para o estudo de reservatórios de águas pluviais Neves (2006) e em cuja elaboração foram sucessivamente participando Bertolo (2006) e Martins (2009).

O âmbito de utilização desse programa foi agora alargado para incluir o aproveitamento de águas cinzentas, e a utilização destas origens alternativas também para efeitos de rega. O novo programa passou a designar-se por RAPACR (Reservatórios de águas pluviais, águas cinzentas e rega).

Em linhas gerais, o funcionamento do programa é o seguinte. Fixa-se um determinado valor para a capacidade útil do reservatório. Começa-se por supor que o mesmo está vazio no início do período de análise e vão-se somando as afluências (águas das chuvas e/ou águas cinzentas) dia a dia. Paralelamente vão-se retirando os consumos e pode também ser considerada uma descarga total do reservatório com uma determinada periodicidade, para efeitos de limpeza.

O volume no reservatório vai, obviamente variando. Há alturas em que se encontra cheio e até a transbordar (desperdício de água), assim como há alturas em que fica praticamente vazio, sendo então necessário recorrer à água da rede pública (suprimento).

Isto é, se o reservatório for muito pequeno, facilmente transborda e há um significativo desperdício de água. Um reservatório maior permite um maior aproveitamento, mas tem, naturalmente, o inconveniente de ser mais caro. Para otimizar a solução convém fazer simulações com várias capacidades para apurar quais os volumes de água aproveitados e, seguidamente, proceder a uma análise económica de cada alternativa. O programa também fornece, o volume desperdiçado durante o período em estudo e qual o suprimento necessário.

8.3.2. ESCOLHA DA TECNOLOGIA E DADOS DE BASE

Por um lado, a Figura 8.1. mostra quais as opções em termos de tecnologias a utilizar: (i) só águas pluviais (ii) só águas cinzentas, ou (iii) águas pluviais e águas cinzentas (o que será designado por “sistema combinado”.

Mostra ainda os alguns das informações fundamentais a introduzir, para cômputo da produção e do consumo.

Dados introduzidos pelo operador (variáveis)	
Nº de Edifícios	
Nº de fogos/Edifício	
Superfície de recolha(m2)	
Coefficiente de escoamento	
First Flush(mm)	
Consumos (l/dia)	0
Equipamentos sem poupança	
Area para Rega (m2)	
Utilizar Águas Pluviais ?	Utilizar Águas Cinzentas ?
<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não

Figura 8.1 – Escolha do tipo de Aproveitamento a adoptar

8.3.3. METODOLOGIA DE CÁLCULO

8.3.3.1. Exemplo Considerado

Para ilustrar a metodologia de cálculo vai-se considerar o caso de um sistema combinado, para 2 habitações utilizando equipamentos tradicionais.

O edifício em causa possui as seguintes características:

Dados introduzidos pelo operador (variáveis)			
Nº de Edifícios	2		
Nº de fogos/Edifício	1	Área total de recolha (m2)	Comprimento da rede exterior
Superfície de recolha(m2)	200	400	100
Coefficiente de escoamento	0,72		
First Flush(mm)	1		
Consumos (l/dia)	396		
Equipamentos sem poupança		Área total(m2)	
Area para Rega (m2)	200	400	
Utilizar Águas Pluviais ?	Utilizar Águas Cinzentas ?	Utilizar para rega ?	
<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não	

Figura 8.2 - Características do Edifício

a) Consumos diários (L/dia)

Os volumes de água potencialmente utilizáveis em cada um dos dispositivos prediais é calculado com base no método que preside à construção do Quadro 8.1. Paralelamente, esse método serve, também, para quantificar a produção de águas cinzentas.

No exemplo acima referido, e usando valores de Rossa (2006) para o caso em que a água dos duches é reutilizada para a limpeza das sanitas, teremos os consumos diários indicados no Quadro 8.2.

Quadro 8.2 – Consumo Diário a Abastecer

Dia	Consumo diário (L)
1	396
2	396
3	396
4	396
5	396

b) Volume de água das chuvas

O volume de água das chuvas pode ser calculado através da equação:

$$V_u = C \times P \times A \times \eta_f \quad (8.1)$$

onde A representa a área de captação, C o coeficiente de escoamento, η_f o rendimento hidráulico no filtro e P a altura de precipitação.

A metodologia utilizada baseia-se em registos diários de precipitações, que nalguns casos estão disponíveis em postos meteorológicos controlados pelo INAG, cuja informação é disponibilizada pelo Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) – Figura 8.3.

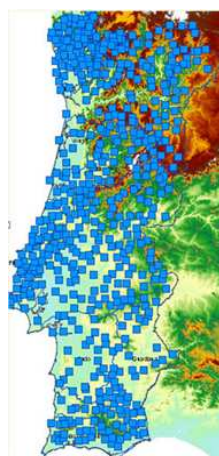


Figura 8.3 - Estações meteorológicas

Para se ter um período representativo, que englobe anos secos, médios e húmidos, recomenda-se a utilização de 10 anos de registos. Na base de dados de RAPACR existe já informação relativa a algumas zonas do país.

O programa inclui uma funcionalidade para ter em conta a eventual necessidade de descartar as primeiras águas recolhidas (first-flush) em superfícies que possam encontrar-se sujas em épocas sem precipitação durante períodos consideráveis.

Quadro 8.3 – Produção de Águas Cinzentas vs Consumo Diário

Dia	Consumo diário (L)	Produção de Águas Pluviais		Produção de Águas Cinzentas
		Precipitação diária (mm)	Volume diário útil (com First-flush) (L)	Volume diário útil (L)
1	396	0,0	0	431
2	396	0,0	0	431
3	396	0,0	0	431
4	396	5,8	1382	431
5	396	40,5	11376	431

c) Volume de água da chuva consumida

No programa UEFA admite-se que a água produzida só entra no reservatório ao fim do dia, pelo que a água consumida é fornecida pela reserva existente na cisterna.

Quadro 8.4 – Volume Abastecido pelo Sistema

Dia	Consumo diário (L)	Produção de Águas Pluviais		Produção de Águas Cinzentas	Consumos	
		Precipitação diária (mm)	Volume diário útil (com First-flush) (L)	Volume diário útil (L)	Volume Gasto (L)	Volume no reservatório (L)
					0	0
1	396	0,0	0	431	0	431
2	396	0,0	0	431	396	466
3	396	0,0	0	431	396	502
4	396	5,8	1382	431	396	1000
5	396	40,5	11376	431	396	1000

No primeiro dia não existe água para consumir, pois o reservatório encontra-se vazio no início do dia.

No segundo dia como o reservatório já continha 431 L de água, já é possível fornecer água para consumo. Como os consumos diários são de 396 L, é possível satisfazer totalmente as necessidades de consumo.

Como se trata de um sistema combinado, nestes primeiros dias a água armazenada e fornecida para consumo é proveniente dos duches, isto é, nos primeiros dias o sistema a funcionar é como se fosse um SAAC. A partir do 4º dia como já se verifica alguma precipitação, a água armazenada já é uma mistura de água das chuvas e águas cinzentas.

d) Volume no reservatório

O volume do reservatório é o volume de água armazenada para o dia seguinte, água esta que será utilizada para abastecer os equipamentos que solicitem água, no caso do UEFA, só os autoclismos serão os consumidores deste tipo de água. O volume disponível está limitado às dimensões do reservatório, sendo que a água que estiver em excesso é drenada para o colector municipal. (Quadro 8.4)

O volume do reservatório no UEFA é escolhido pelo utilizador. O volume óptimo é obtido por tentativas, dando ao utilizador a hipótese de escolher qual o reservatório que acha mais apropriado. (Quadro 8.5)

Quadro 8.5 – Quadro de Introdução do Volume pretendido para o Reservatório

Volume do reservatório (L)
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000

Escolhido o reservatório, que para o exemplo foi escolhido o de 1000 litros, introduzidos os restantes dados, consegue-se determinar facilmente os seguintes parâmetros que permitem uma análise da eficiência do sistema escolhido:

a) Volume total de água consumida

$$\text{Volume total de água consumida} = \sum \text{Volume de água consumida}$$

Através deste parâmetro é possível saber quanta água potável se poupou com a utilização do sistema combinado.

b) Grau de aproveitamento

$$\text{Grau de aproveitamento} = \frac{\text{Volume anual de água não potável consumida}}{\text{Volume anual de água não potável produzida}}$$

Este parâmetro indica sobre a água reutilizável que é efectivamente aproveitada com o sistema.

c) Redução de água potável nos consumos

$$\text{Redução de água potável nos consumos} = \frac{\text{Volume total de água reutilizável consumida}}{\text{Volume total consumido pelos equipamentos}}$$

Este parâmetro permite obter qual a percentagem de água potável que foi substituída por água reutilizada, nos equipamentos abastecidos por água reutilizável, que no programa RESAPC apenas será o autoclismo.

8.4. MÓDULO 3: ENERGIA

Os problemas de energia que mais frequentemente se colocam relativamente ao aproveitamento da água das chuvas ou de águas cinzentas dizem respeito á sua bombagem, ou aquecimento (para banhos, por exemplo)

8.4.1. ENERGIA CONSUMIDA NA BOMBAGEM

A energia consumida na bombagem da água, pode exprimir-se por:

$$E(\text{kWh}) = \frac{\gamma \times V \times H_{\text{man}}}{3600 \times 10^3 \times \eta} \quad (8.2)$$

em que:

- $\gamma(\text{N/m}^3)$ = Peso volúmico(água) = 9800
- $V (\text{m}^3)$ = Volume de água a bombar;
- $H_{\text{man}} (\text{m.c.a})$ = Altura manométrica;
- η = Eficiência do grupo de pressão = 75%;

Considerando critério similar ao do Decreto Regulamentar nº 23/95, a pressão necessária ao nível do solo poderá ser avaliada por

$$P_{\text{solo}} = P_{\text{residual}} + 4 \times n^{\circ} \text{pisos acima do solo} \quad (8.3)$$

A pressão residual depende das utilizações e, considerando as utilizações habituais numa habitação, o referido D.R. recomenda $P_{\text{residual}} = 10 \text{ m.c.a.}$ No entanto, se a utilização disser apenas respeito aos autoclismos, poderá ser menor, admitindo-se, aqui, que será aceitável um valor da ordem dos 2 m.c.a.

Para se obter a altura manométrica da bombagem há que adicionar a P_{solo} as perdas de carga na conduta exterior ao edifício, calculadas pelos métodos tradicionais da Hidráulica.

8.5. MÓDULO 4: CUSTOS

O programa UEFA inclui bases de dados para custos de vária natureza, como por exemplo:

- Equipamentos de utilização tradicionais e eficientes (veja-se, por exemplo, os Quadros 9.3 e 9.4);
- Custos de reservatórios (veja-se , por exemplo, a eq (2.6) para reservatórios de betão armado construídos “in situ”;
- Custos de energia eléctrica;
- Tarifas para consumo de água da rede pública nalgumas regiões do país como, por exemplo, as que figuram no Quadro 7.1.

8.6. MÓDULO 5: ANÁLISE ECONÓMICA

A metodologia utilizada para análise económica de cada solução técnica baseia-se no critério custo-benefícios. Do lado dos custos há que atender ao investimento, energia, pessoal e manutenção, e do lado das receitas à poupança na factura da água, valor residual e, nalguns casos, redução do Imposto Municipal sobre imóveis. Esta metodologia foi descrita em pormenor no Capítulo anterior.

Para a sua aplicação foi elaborado um programa em Excel, designado por “Análise Económica”, (ver, por exemplo, o Quadro 9.14) que permite conhecer o saldo em cada ano. Em geral esse saldo mantém-se negativo durante alguns anos, mas a capitalização dos benefícios acaba por superar a dos custos ao fim de um certo tempo, designado por “tempo de retorno do investimento (TRI)”.

O programa fornece todas as parcelas relevantes para análise económica, o TRI associado a cada taxa de remuneração de capital e um gráfico que mostra a evolução dos saldos ao longo de 40 anos (vd., por exemplo, Figura 9.4).

9

ESTUDO DE CASOS

9.1. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

Segue-se o estudo técnico e económico do uso eficiente da água numa urbanização com 20 moradias, situação que será desdobrada em nove casos de estudo que têm a ver, por exemplo, com substituição de equipamentos, aproveitamento de água das chuvas, aproveitamento de águas cinzentas, etc.

A urbanização está de facto a crescer no Porto, entre a Avenida dos Combatentes e a Praça Sá Carneiro, em zona que se pode ver na Figura 9.1. Trata-se de um condomínio fechado, com 15 habitações de luxo e um “hotel de charme” em zona privilegiada do Porto mas para tornar o estudo mais linear, já que nove casos serão analisados, decidiu-se ficcionar a situação em vários aspectos.

Antes de mais, o espaço foi algo aumentado para permitir a implantação de 20 moradias de quatro frentes, conforme mostra a Figura 9.2. Considerou-se que essas 20 moradias são constituídas por lotes de terreno de 1040 m², uma área de implantação de 200 m², de R/C+1, com 200 m² por piso, perfazendo uma área bruta de construção de 400 m². Seriam construídas em lotes de 1 040 m², ficando com uma área ajardinada de 200 m².

Foi previsto conduzir a água captada, pluvial e/ou cinzenta, (adução) a um único reservatório enterrado a partir do qual será bombada para as habitações (distribuição), conforme mostra a Figura 9.2.

O objectivo será abastecer as 20 moradias com um único reservatório enterrado, onde a água a ser reutilizável será conduzida para esse reservatório, e a partir daí a água será bombada quando assim for solicitada.

Esclarece-se que as origens de água consideradas foram as seguintes:

- i) Para a água das chuvas, apenas a cobertura das casas, considerada com 200 m²;
- ii) Para as águas cinzentas, apenas as provenientes de duches, embora a dos lavatórios possa ter eventual interesse.

Os nove casos analisados são os seguintes:

- i) Caso 1: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes em vez de Equipamentos Tradicionais.
- ii) Caso 2: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais, mas Autoclismos alimentados por SAAP
- iii) Caso 3: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes, mas Autoclismos alimentados por SAAP

- iv) Caso 4: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e SAAC
- v) Caso 5: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e SAAC
- vi) Caso 6: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado
- vii) Caso 7: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado
- viii) Caso 8: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado também utilizado para Rega
- ix) Caso 9: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado também utilizado para Rega

De salientar que nas primeiras sete soluções a água será apenas utilizada para descarga de autoclismos, enquanto nas duas últimas será também utilizada para rega de jardins.



Figura 9.1 - Vista aérea do local



Figura 9.2 - Esquema do Condomínio e ligações ao reservatório comum

9.2. CASO 1: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES EM VEZ DE EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS

A escolha dos equipamentos é um factor essencial, sendo que a utilização de equipamentos eficientes em detrimento dos equipamentos ditos tradicionais, pode proporcionar uma poupança de cerca de 50% no uso de água.

Para o caso em estudo fez-se uma análise considerando a adopção de equipamentos eficientes em vez dos tradicionais. Serão apresentados, nos quadros seguintes, os valores relativos aos consumos que se verificam em cada um dos casos, os custos inerentes à sua utilização e a poupança de água que se prevê, utilizando o programa UEFA. Além disso, será feita uma análise económica, de forma a prever qual o tempo de retorno deste investimento.

Quadro 9.1 - Consumo com Equipamentos Tradicionais

Equipamentos	Consumo (L/hab/dia)	nº de habitantes	Consumo (L/dia)	nº dias de utilização /ano	Consumos (m³/ano)	Percentagem (%)
Autoclismo	49,5	4	198,0	340	67,3	35,3%
Chuveiro	53,9		215,6		73,3	38,4%
Torneiras Cozinha	9,0		36,0		12,2	6,4%
Torneiras Lavatório	15,0		60,0		20,4	10,7%
Máquina de lavar roupa	9,4		37,6		12,8	6,7%
Máquina de lavar louça	3,6		14,4		4,9	2,6%
Total	140,4		561,6		190,9	100,0%

Quadro 9.2 - Consumo com Equipamentos Eficientes

Equipamentos	Consumo (L/hab/dia)	nº de habitantes	Consumo (L/dia)	nº dias de utilização /ano	Consumos (m³/ano)	Percentagem (%)
Autoclismo classe A	24,8	4	99,0	340	33,7	17,6%
Chuveiro classe A	44,0		176,0		59,8	31,3%
Torneiras Cozinha	6,0		24,0		8,2	4,3%
Torneiras Lavatório	7,5		30,0		10,2	5,3%
Máquina de lavar roupa	9,0		36,0		12,2	6,4%
Máquina de lavar louça	3,0		12,0		4,1	2,1%
Total	94,3		377,0		128,2	67,1%

Para os equipamentos tradicionais foram adoptados os consumos médios indicados pelos fornecedores, excepto no caso dos chuveiros, em que se utilizaram os valores obtidos num inquérito realizado por Rossa (2006) sobre as experiências de 25 pessoas, o qual levou à conclusão de que o caudal médio utilizado é de 7,7 L/min e a duração média de 7 minutos.

No caso dos equipamentos eficientes, para os chuveiros e autoclismos, consideraram-se os produtos certificados pela ANQIP, já referidos no Capítulo 4, sendo o chuveiro escolhido o "N3945CH" da empresa Ecofree, e o autoclismo o AP140 com 2 volumes de descarga. Para torneiras de cozinha e de lavatório foram adoptadas as anteriormente referidas da empresa TRES. Relativamente às máquinas de lavar louça e de lavar roupa escolheram-se os modelos eficientes da marca Siemens, com referências "SN26T890EU" e "WM12E020EE", respectivamente.

Assim definidos os equipamentos, obtiveram-se os seguintes custos, apresentados nos Quadros 9.3 e 9.4.

Quadro 9.3 – Custo de Equipamentos Tradicionais

Equipamentos	Custos (€/un)	nºde unidades	Custos (€)
Autoclismo	54,60 €	4	218,40 €
Chuveiro	19,95 €	3	59,85 €
Torneiras Cozinha	154,90 €	2	309,80 €
Torneiras Lavatório	114,15 €	5	570,75 €
Máquina de lavar roupa	554,00 €	1	554,00 €
Máquina de lavar louça	883,80 €	1	883,80 €
Total			2.596,60 €

Quadro 9.4 - Investimento em Equipamentos Eficientes

Equipamentos	Custos (€/un)	nºde unidades	Custos (€)
Autoclismo classe A ▼	70,00 €	4	280,00 €
Chuveiro classe A ▼	20,66 €	3	61,98 €
Torneiras Cozinha	173,05 €	2	346,10 €
Torneiras Lavatório	123,45 €	5	617,25 €
Máquina de lavar roupa	604,00 €	1	604,00 €
Máquina de lavar louça	920,00 €	1	920,00 €
Total			2.829,33 €

Definidos os investimentos necessários e os consumos pode-se proceder a uma análise desta solução, que conduziu aos seguintes resultados:

- A utilização de equipamentos eficientes corresponde a uma redução de consumos de cerca de 32,9% por habitação, o que equivale a 62,8 m³/ano;

- Isso corresponde a uma poupança anual, considerando as 20 habitações do caso em estudo e uma tarifa de consumo de água de 4 €/m³ (Quadro 7.1), de cerca de 5021,12 €;

- Relativamente ao investimento que é feito, pode-se verificar que a opção de utilizar equipamentos eficientes equivale a um aumento de 232,73 €, por habitação.

No Quadro 9.5, retirado do programa de cálculo, é apresentado um resumo sobre esta solução.

Quadro 9.5 - Quadro Resumo da Solução

Equipamentos	Redução Consumos (m³/ano)	Percentagem (%)	Investimento Extra (€)
Autoclismo	33,7	17,6%	61,60 €
Chuveiro	13,5	7,1%	2,13 €
Torneiras Cozinha	4,1	2,1%	36,30 €
Torneiras Lavatório	10,2	5,3%	46,50 €
Máquina de lavar roupa	0,5	0,3%	50,00 €
Máquina de lavar louça	0,8	0,4%	36,20 €
Total	62,8	32,9%	232,73 €

A análise económica com o simulador UEFA, usando, por exemplo, uma taxa de remuneração do capital $rem = 4\%$, conduz aos resultados indicados no Quadro 9.6.

Quadro 9.6 - Análise Económica da Solução (20 moradias)

(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Resultados Anuais Capitalizados	Saldo
0			
1	4.840,78 €	5.021,12 €	180,34 €
2	5.034,42 €	10.243,08 €	5.208,67 €
3	5.235,79 €	15.673,93 €	10.438,14 €
4	5.445,22 €	21.322,01 €	15.876,78 €
5	5.663,03 €	27.196,01 €	21.532,97 €
6	5.889,55 €	33.304,97 €	27.415,41 €
7	6.125,14 €	39.658,28 €	33.533,15 €
8	6.370,14 €	46.265,74 €	39.895,59 €
9	6.624,95 €	53.137,49 €	46.512,54 €
10	6.889,95 €	60.284,10 €	53.394,16 €
11	7.165,54 €	67.716,59 €	60.551,05 €
12	7.452,16 €	75.446,37 €	67.994,21 €
13	7.750,25 €	83.485,35 €	75.735,10 €
14	8.060,26 €	91.845,88 €	83.785,62 €
15	8.382,67 €	100.540,84 €	92.158,16 €
16	8.717,98 €	109.583,59 €	100.865,61 €
17	9.066,70 €	118.988,05 €	109.921,36 €
18	9.429,37 €	128.768,70 €	119.339,33 €
19	9.806,54 €	138.940,56 €	129.134,02 €
20	10.198,80 €	149.519,31 €	139.320,50 €

O investimento inicial será de 4655€, valor este que corresponde à diferença de custos entre equipamentos eficientes e equipamentos tradicionais no conjunto das 20 habitações

Neste caso o TRI, isto é, passagem a saldo positivo, dar-se-ia logo no primeiro ano. Quer dizer, o investidor seria ressarcido do seu investimento e respectivo rendimento de 4% num período de tempo extremamente curto

No Quadro 9.7 mostram-se quais os TRI para outras taxas de remuneração.

Quadro 9.7 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes vs Equipamentos Tradicionais)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	<1	<1	<1	1,1

Por outro lado, a Figura 9.3 mostra a evolução do saldo financeiro entre as duas opções, ao longo dos anos.

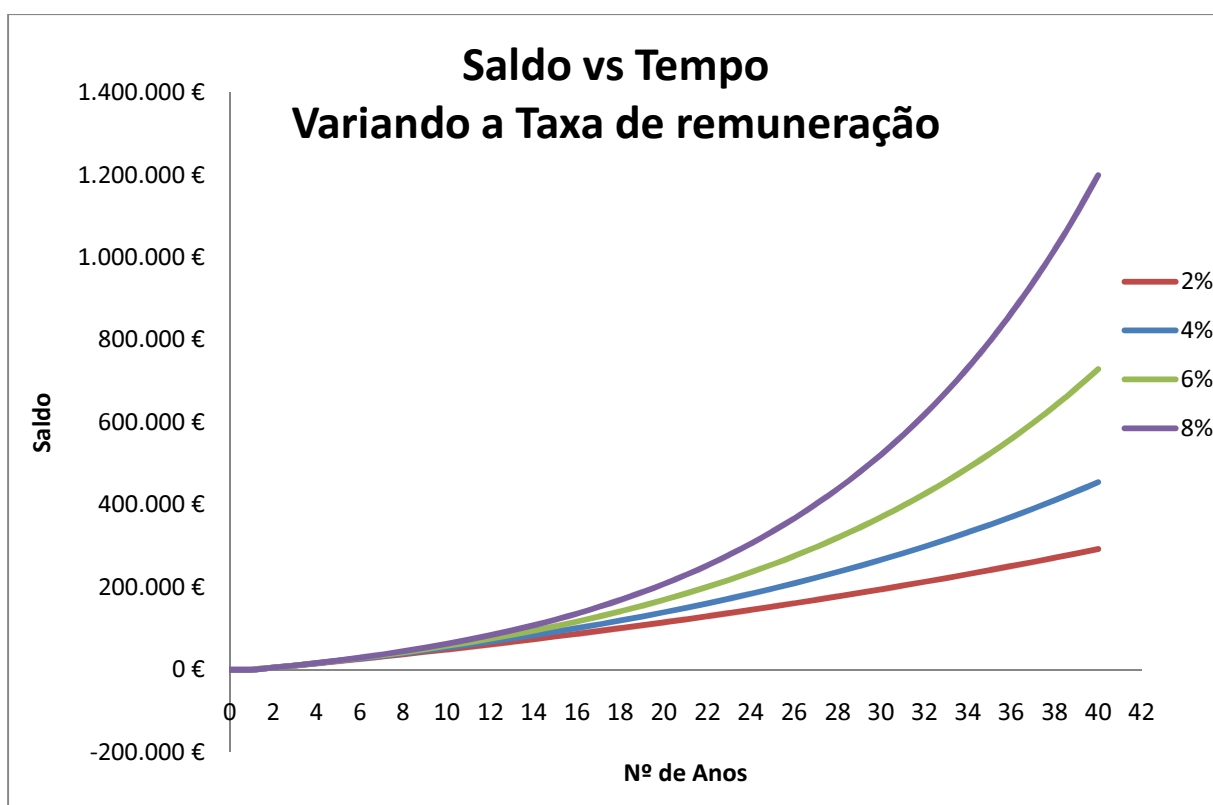


Figura 9.3 - Variação do saldo ao longo do tempo para diferentes taxas de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais vs Equipamentos Eficientes)

9.3. CASO 2: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS, MAS AUTOCLISMOS ALIMENTADOS POR SAAP

Nesta primeira solução com SAAP vamos supor que este alimenta os autoclismos e que os restantes equipamentos são tradicionais. Pretende-se comparar com uma alternativa em que todo o sistema seria o tradicional, isto é, não existiria SAAP.

9.3.1. DIMENSIONAMENTO

Uma primeira questão a resolver é a fixação da capacidade do reservatório. Quanto maior ela for maior poderá ser o volume aproveitado, com as inerentes vantagens económicas, mas, como é evidente maior será também o seu custo. Trata-se, portanto, de encontrar a capacidade óptima, para o que se segue a metodologia de correr UEFA com sucessivos valores da capacidade, obtendo em cada caso o volume de água que é possível utilizar, o qual vai servir de base aos estudos económicos

Para o efeito recorreu-se ao banco de dados do programa, onde existem registos da precipitação diária na cidade do Porto durante 10 anos.

Corrido o programa para capacidades variando desde 60 m³ até 95 m³, obtiveram-se os resultados indicados no Quadro 9.8.

Quadro 9.8 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAP

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m3)	Volume de Água Rejeitado (m3)
60000	23,3%	65,2%	942,30	23806,73
65000	23,4%	65,7%	949,83	23382,54
70000	23,6%	66,1%	955,30	22971,02
75000	23,7%	66,3%	958,72	22569,53
80000	23,7%	66,5%	960,81	22176,97
85000	23,8%	66,6%	962,52	21798,31
90000	23,8%	66,7%	963,47	21428,21
95000	23,8%	66,7%	963,97	21059,75

Como se pode verificar, a redução no consumo de água potável atinge no máximo 66,7% e o grau de aproveitamento 23,8%. Este valor do grau de aproveitamento demonstra que existe muita água produzida que não é consumida, e que se desperdiça pelo facto de o consumo de água, que é só utilizada para descarga de autoclismos, não ser elevado. Se a água reutilizável fosse utilizada para outras actividades, o grau de aproveitamento aumentaria, como se irá comprovar na solução de utilização de água reutilizável também para rega.

No Quadro 9.9 estão representados os custos inerentes a cada reservatório.

Quadro 9.9 - Custos do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e SAAP)

Volume do reservatório (L)	Custo do reservatório
60000	7.770 €
65000	8.196 €
70000	8.611 €
75000	9.017 €
80000	9.413 €
85000	9.801 €
90000	10.182 €
95000	10.556 €

Uma vez que a variação de redução do consumo de água entre os 60 m³ e os 95 m³ é de 1,5%, mas o aumento dos custos é significativo, vamos optar por utilizar um reservatório com capacidade útil de 60 m³. Conforme atrás se referiu a capacidade real deve ser cerca de 20% superior, isto é, 72 m³.

Ao longo dos 10 anos de análise pluviométrica, para o reservatório em causa, aproveitam-se os volumes indicados no Quadro 9.8, com um valor médio de 942 m³.

Por razões de limpeza dos reservatórios prevê-se a sua descarga ao 28º dia de cada mês, mas uma alternativa mais económica seria promover apenas meia descarga.

9.3.2. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO

Definida a capacidade do reservatório e calculados os volumes aproveitados, será agora feita a análise económica da solução nos termos referidos no Capítulo 7.

9.3.2.1. Investimento

a) Custo do reservatório e equipamento

Segundo a eq. (2.6), o custo de um reservatório de 72 m³ será de 8755 €. Além disso há a considerar o equipamento referido no capítulo 7, cujo custo se estima em cerca de 30% do reservatório, chegando-se, então, a um total de 11407 €.

b) Rede de adução e rede exterior de distribuição

Conforme se pode ver na planta da urbanização, a extensão de cada uma destas redes é de cerca de 600 metros. A rede de adução terá diâmetros desde 150 mm, nos ramais prediais, até 200 mm nos extremos dos ramos que confluem à entrada do reservatório. Por sua vez, a rede de distribuição terá diâmetros da ordem dos 40 mm nos ramos que divergem à saída do reservatório até cerca de 15 mm à entrada das moradias. As tubagens serão instaladas na mesma vala, que pode ser pouco profunda, cerca de 0,45 m, enquanto a largura poderá ser da ordem dos 0,3 m. Não há pavimentos a levantar ou repor. Nestas condições estima-se que o custo das redes possa ser da ordem dos 10 €/m, o que, no total, representa 6 000 €

c) Acréscimo de custo da rede predial

Atendendo ao referido por Bertolo (2006), mas tendo em conta de que se prevê unicamente a alimentação de quatro autoclismos por fogo e nenhuma outra utilização, admite-se que o acréscimo de

custo da rede predial possa ser da ordem dos 250 € por fogo, o que para os 20 fogos em apreço representa 5 000 €.

d) Total do investimento

Considerando as três rubricas anteriores, o investimento será da ordem dos 22407 €.

9.3.2.2. Resultados anuais

a) Poupança de água

Conforme se viu, a poupança de água será em média de 942 m³/ ano. Considerando que são moradias de luxo, com equipamentos tradicionais, o escalão de consumo será certamente acima dos 20 m³/ mês, ao qual corresponde um custo da água (associado a águas residuais e resíduos sólidos) da ordem dos 4 €/m³. Consequentemente a poupança anual será da ordem dos 3565,5 €.

b) Custos de energia

Utilizando a eq.(7.5), e sabendo que o custo por kWh é de 0,12€, o custo de energia gasto rondará os 4,1 € anuais.

c) Custos de pessoal

Para levar a cabo as tarefas referidas no capítulo 7, bastarão umas 4 horas/mês, o que num ano representa 48 horas. Valorizando-as a 7 €/hora chega-se a um montante de 336 €.

d) Manutenção

Os custos de manutenção são estimados em cerca de 2% do investimento no reservatório e redes exteriores, pelo que se poderão cifrar em cerca de 348 €

e) Resultado líquido anual

Tendo em atenção as quatro rubricas anteriores, o resultado líquido anual será da ordem dos 2877,2 €.

9.3.2.3. Poupança no IMI

De acordo com a metodologia indicada no Capítulo 6, a poupança no IMI será da ordem de 110 euros por ano e por fogo, pelo que aos 20 fogos correspondem 2 200 €.

9.3.2.4. Taxas usadas na análise económica

As taxas utilizadas tiveram em conta os critérios gerais enunciados na descrição da metodologia utilizada para a análise económica, presente no Capítulo 7.

- Taxa de remuneração do capital (“rem”): Foram feitas simulações com taxas variando desde 2% até 8%, o que permite uma maior flexibilidade para análise da solução e um horizonte temporal mais alargado face à evolução das conjunturas económicas.

- Taxa de depreciação do SAAP (“dep”): Conforme justificado anteriormente, foi considerada uma taxa de 10%.

- Taxa de inflação (inf) : Considerou-se um valor de 2%.

Perante um problema prático seriam também feitas simulações para outras taxas de inflação e de depreciação, mas como nesta dissertação são considerados bastantes cenários, entendeu-se que não seria de multiplicar as análises económicas, para não dificultar a sua leitura e interpretação.

9.3.2.5. Conclusões para a solução Equipamentos Tradicionais com SAAP

A título de exemplo, apresenta-se no Quadro 9.10, o resultado da simulação efectuada com uma taxa de remuneração do capital de 4%.

Quadro 9.10 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAP
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	23.449,33 €	20.743,64 €	2.877,18 €	0,00 €	171,49€
2	24.387,31 €	19.084,15 €	5.869,45 €	0,00 €	566,30€
3	25.362,80 €	17.557,42 €	8.981,41 €	0,00 €	1.176,3 €
4	26.377,31 €	16.152,82 €	12.217,85 €	0,00 €	1.993,36 €
5	27.432,40 €	14.860,60 €	15.583,75 €	0,00 €	3.011,94 €
6	28.529,70 €	13.671,75 €	19.084,28 €	0,00 €	4.226,33 €
7	29.670,89 €	12.578,01 €	22.724,83 €	2.200,00 €	7831,96 €
8	30.857,72 €	11.571,77 €	26.511,01 €	5.095,05 €	12320,11 €
9	32.092,03 €	10.646,03 €	30.448,63 €	8.105,90 €	17108,53 €
10	33.375,71 €	9.794,35 €	34.543,76 €	11.237,19 €	2.199,58 €
11	34.710,74 €	9.010,80 €	38.802,69 €	14.493,73 €	2.596,47 €
12	36.099,17 €	8.289,93 €	43.231,98 €	17.880,52 €	3.303,27 €
13	37.543,14 €	7.626,74 €	47.838,44 €	21.402,80 €	3.324,84 €
14	39.044,86 €	7.016,60 €	52.629,16 €	25.065,96 €	4.666,86 €
15	40.606,66 €	6.455,27 €	57.611,51 €	28.875,64 €	5.335,77 €
16	42.230,92 €	5.938,85 €	62.793,15 €	32.837,72 €	5.338,80 €
17	43.920,16 €	5.463,74 €	68.182,06 €	36.958,28 €	6.683,93 €
18	45.676,97 €	5.026,64 €	73.786,53 €	41.243,66 €	7.379,87 €
19	47.504,04 €	4.624,51 €	79.615,17 €	45.700,46 €	8.436,09 €
20	49.404,21 €	4.254,55 €	85.676,96 €	50.335,53 €	9.862,83 €

Verifica-se, pois, que o TRI para uma taxa de remuneração do capital de 4% seria de 1 ano. O Quadro 9.11 mostra os TRI para outras taxas, verificando-se que crescem com a mesma. Isto é, quanto mais rentáveis forem as alternativas de aplicações financeiras em competição com o SAAP, maior será o período de tempo necessário para que este se revele mais vantajoso..

Quadro 9.11 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e SAAP)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	<1	<1	3,5	6,4

Apresenta-se também uma figura que mostra a variação do saldo ao longo do tempo e para “rem” de 2%, 4%, 6% e 8%

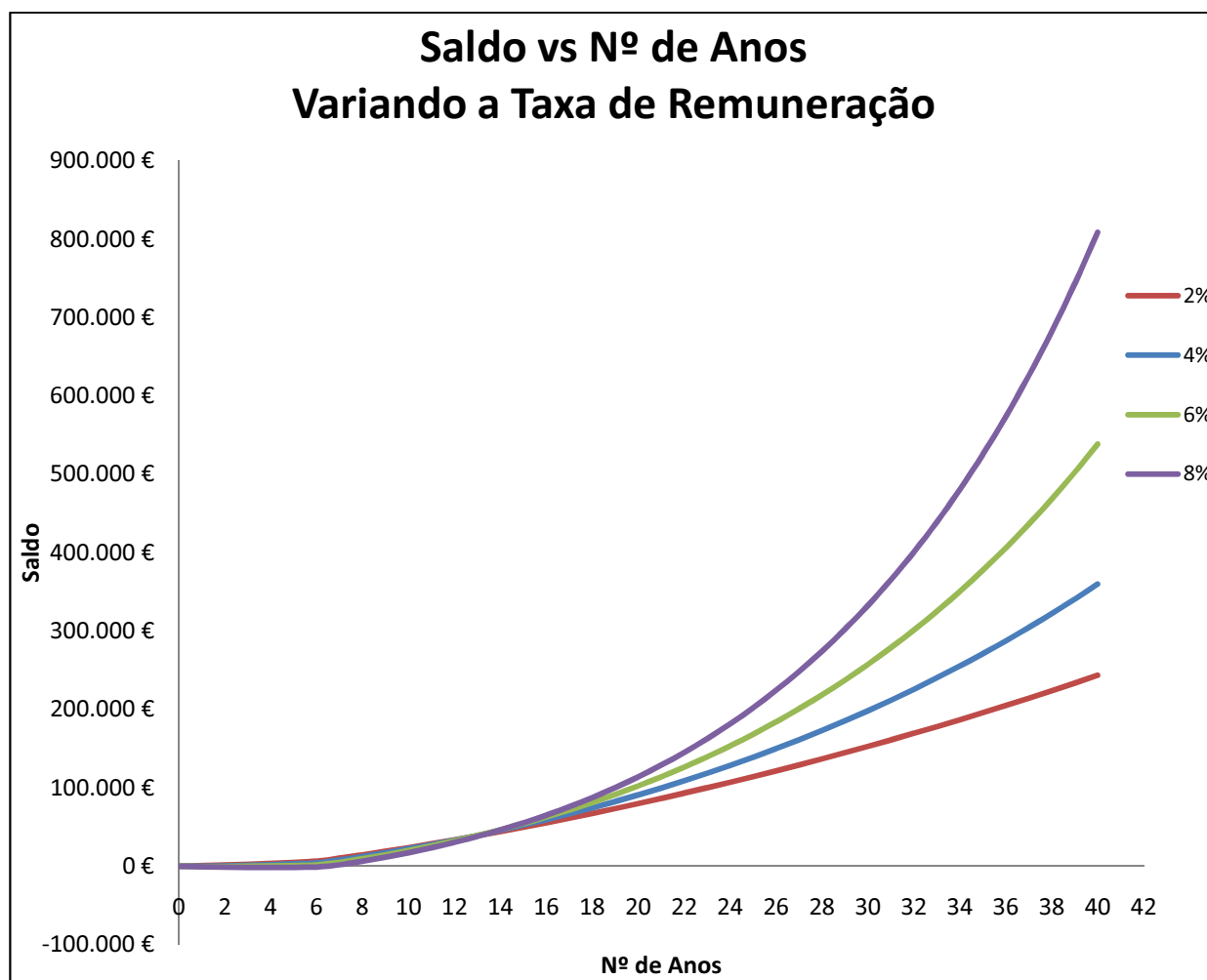


Figura 9.4 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Tradicionais com SAAP)

Para além dos TRI, a figura mostra que numa urbanização como esta se podem obter ganhos significativos à medida que o tempo avança. Tal como para as outras soluções que serão apresentadas, a taxa de remuneração de capital de 8%, inicialmente será a que apresenta menores ganhos, apresentando sempre um TRI superior, mas com o decorrer o tempo é aquela que proporciona maiores ganhos.

9.4. CASO 3: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES, MAS AUTOCLISMOS ALIMENTADOS POR SAAP

9.4.1. DIMENSIONAMENTO

Corrido o simulador UEFA, com volumes variando desde 20 m³ até 55 m³, obtiveram-se os resultados indicados no Quadro 9.12.

Quadro 9.12 - Análise da Eficiência de Equipamentos Eficientes com SAAP

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
20000	11,6%	65,1%	470,48	30928,34
25000	12,2%	68,4%	494,06	30285,18
30000	12,6%	70,4%	508,83	29715,02
35000	12,8%	71,6%	517,42	29194,96
40000	12,9%	72,3%	522,54	28686,70
45000	13,0%	72,8%	525,81	28184,58
50000	13,0%	72,9%	526,64	27702,34
55000	13,0%	72,9%	526,79	27233,26

Analisando o Quadro 9.12, a redução no consumo de água potável atinge no máximo 72,9% e o grau de aproveitamento 13%. Tal como mencionado, verifica-se um aumento na redução no consumo de água potável e uma diminuição do grau de aproveitamento.

No Quadro 9.13 são apresentados os custos referentes à construção do reservatório.

Quadro 9.13 - Custos do Reservatório (Equipamentos Eficientes e SAAP)

Volume do reservatório (L)	Custo do reservatório
20000	3.736 €
25000	4.335 €
30000	4.895 €
35000	5.425 €
40000	5.930 €
45000	6.414 €
50000	6.881 €
55000	7.332 €

Ponderando o custo do reservatório e o aproveitamento permitido (494 m³), decidimos optar por uma capacidade útil de 25 m³, isto é, 30 m³ no total.

9.4.2. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO

9.4.2.1. Investimento

a) Custo do reservatório e equipamento

O custo de um reservatório de 30 m³ será de 4895 €, como se pode observar no Quadro 913. Adicionando o custo dos equipamentos atinge-se um valor total de 6364 €.

b) Rede de adução e rede exterior de distribuição

O custo da rede de adução e rede exterior será o mesmo que o do Caso 2.

c) Acréscimo de custo da rede predial

Tal como a rede de adução, o acréscimo a considerar ao custo da rede predial será o referido no caso de utilização de equipamentos tradicionais.

d) Total do investimento

Considerando as três rubricas anteriores, o investimento será da ordem dos 17364 €.

9.4.2.2. Resultados anuais

a) Poupança de água

Com as medidas que estão a ser consideradas a água poupada deverá corresponder a uma tarifa de 2,9 €/m³ (Quadro 9.5), pelo que os 494 m³/ano representam 1374,53 €/ano.

b) Custos de energia

Procedendo como no caso anterior, o custo da energia na bombagem rondará os 2,2 € anuais.

c) Custos de pessoal

Do mesmo modo, o custo do pessoal deve ser da ordem dos 336 €.

d) Manutenção

Os custos de manutenção são estimados em cerca de 2% do investimento no reservatório e redes exteriores, pelo que se poderão cifrar em cerca de 247,3 €

e) Resultado líquido anual

Tendo em atenção as quatro rubricas anteriores, o resultado líquido anual será da ordem dos 789,04 €.

9.4.2.3. Poupança no IMI

A poupança no IMI será igualmente de 2200 €.

9.4.2.4. Taxas usadas na análise económica

As taxas utilizadas são as mesmas referidas no caso anterior.

9.4.2.5. Conclusões para a solução Equipamentos Eficientes com SAAP

Um exemplo dos resultados da simulação com UEFA é apresentado no Quadro 9.14, de onde se retira um TRI de 9,1 anos.

Quadro 9.14 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com SAAP
(Exemplo para taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	18.058,08 €	15.974,46 €	789,04 €	0,00 €	-1.294,59 €
2	18.780,41 €	14.696,50 €	1.609,64 €	0,00 €	-2.474,27 €
3	19.531,62 €	13.520,78 €	2.463,06 €	0,00 €	-3.547,78 €
4	20.312,89 €	12.439,12 €	3.350,63 €	0,00 €	-4.523,14 €
5	21.125,40 €	11.443,99 €	4.273,69 €	0,00 €	-5.407,72 €
6	21.970,42 €	10.528,47 €	5.233,68 €	0,00 €	-6.208,27 €
7	22.849,23 €	9.686,19 €	6.232,06 €	2.200,00 €	-4.30,98 €
8	23.763,20 €	8.911,30 €	7.270,38 €	5.095,05 €	-2.46,47 €
9	24.713,73 €	8.198,39 €	8.350,24 €	8.105,90 €	-592,0 €
10	25.702,28 €	7.542,52 €	9.473,29 €	11.237,19 €	2550,71 €
11	26.730,37 €	6.939,12 €	10.641,26 €	14.493,73 €	5343,73 €
12	27.799,59 €	6.383,99 €	11.855,95 €	17.880,52 €	8320,87 €
13	28.911,57 €	5.873,27 €	13.119,22 €	21.402,80 €	1.483,72 €
14	30.068,03 €	5.403,41 €	14.433,03 €	25.065,96 €	4.834,36 €
15	31.270,76 €	4.971,14 €	15.799,39 €	28.875,64 €	8.375,42 €
16	32.521,59 €	4.573,45 €	17.220,41 €	32.837,72 €	2.109,99 €
17	33.822,45 €	4.207,57 €	18.698,26 €	36.958,28 €	2.041,66 €
18	35.175,35 €	3.870,96 €	20.235,23 €	41.243,66 €	2.174,51 €
19	36.582,36 €	3.561,29 €	21.833,68 €	45.700,46 €	2.513,06 €
20	38.045,66 €	3.276,38 €	23.496,07 €	50.335,53 €	2.062,32 €

No Quadro 9.15 apresentam-se os diferentes tempos de retorno variando a taxa de remuneração do capital.

Quadro 9.15 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e SAAP)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	7,8	9,1	10,3	11,5

Na Figura 9.4 está representada a variação do saldo ao longo do tempo para as diferentes taxas de remuneração do capital.

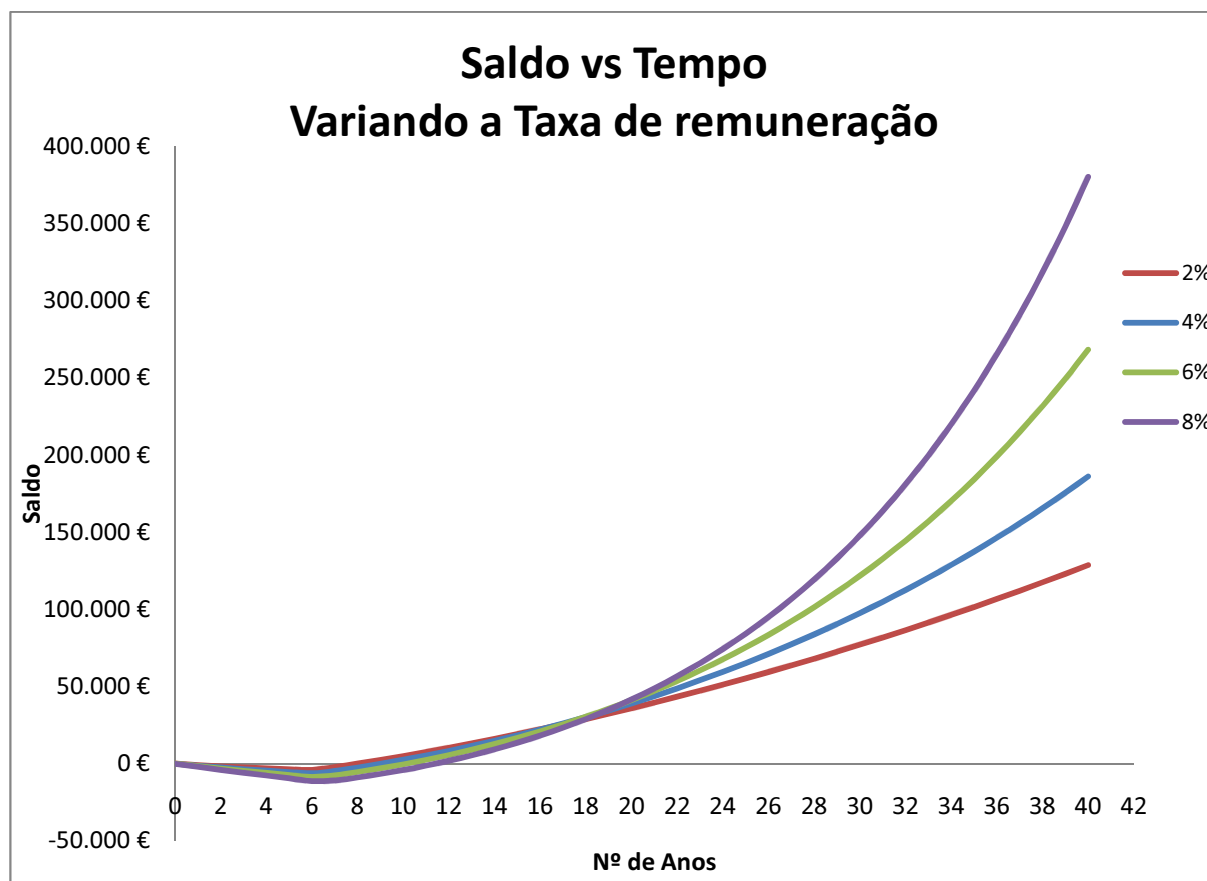


Figura 9.5 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Eficientes com SAAP)

9.5. CASO 4: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SAAC

No caso de sistemas de aproveitamento de águas cinzentas (SAAC), são os equipamentos que definem qual o volume de água reutilizável e qual o volume de água a reutilizar. Neste caso a escolha entre equipamentos tradicionais e equipamentos eficientes tem ainda mais relevância.

Começando pelos equipamentos tradicionais, o volume de água produzida diariamente, sendo apenas contabilizada a água dos duchos, é de 4312 litros, e o volume necessário para descargas de autoclismos 3960 litros. Como o volume produzido é superior ao consumido, parece que a redução no consumo de água potável seria de 100%. No entanto, caso se proceda a uma descarga do reservatório uma vez por mês, algumas vezes será necessário recorrer a água da rede pública.

Considerou-se o sistema de tratamento ECODEPUR® BIOX 20 que tem um reservatório incluído, para 4900 litros. Como existe um grande equilíbrio entre produção e consumo, o grau de aproveitamento da água também será elevado, como se pode comprovar no Quadro 9.16, construído a partir do programa UEFA.

Quadro 9.16 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAC

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
4900	88,8%	96,7%	1397,09	32732,98

9.5.1. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO

Definida a capacidade do reservatório e calculados os volumes aproveitados, será agora feita a análise económica da solução.

A análise económica de um SAAC requer a definição dos mesmos parâmetros referidos para o SAAP.

9.5.1.1. Investimento

O investimento será essencialmente o custo de instalação do produto ECODEPUR® BIOX 20. O custo deste sistema é de 6448,25 € + IVA à taxa legal em vigor, o que perfaz um valor total de cerca de 7800 €.

a) Rede de adução e rede exterior de distribuição

Admite-se que o custo da rede de adução e da rede exterior de distribuição será semelhante ao dos casos anteriores, isto é, 6000 €.

b) Acréscimo de custo da rede predial

Analogamente, o acréscimo a considerar ao custo da rede predial será de 5000 €..

c) Total do investimento

Considerando as três rubricas anteriores, o investimento será da ordem dos 19000 €.

9.5.1.2. Resultados anuais

a) Poupança de água

Em termos económicos, uma poupança de água de 1397,09 m³/ ano corresponde a 5207,06 €/ano.

b) Custos de energia

O custo de energia gasto rondará os 6,1 €/ano.

c) Custos de pessoal

Os custos relativos ao pessoal corresponde a um montante de 336 €.

d) Manutenção

Os custos de manutenção são estimados em cerca de 158 €

e) Resultado líquido anual

Assim, o resultado líquido anual será de 4706,94 €.

9.5.1.3. Poupança no IMI e Taxas usadas na análise económica

A poupança no IMI (2 200 €/ano) e as taxas a utilizar nas simulações serão as mesmas que para o SAAP com excepção da taxa de depreciação. Neste caso, porque envolve mais equipamentos electromecânicos, considerou-se $\text{dep}=20\%$, o que dá um valor residual bastante reduzido ao fim de 20 anos

9.5.1.4. Conclusões para a solução Equipamentos Tradicionais com SAAC

No Quadro 9.17 apresenta-se a análise económica da solução de equipamentos eficientes com SAAC, para uma taxa de remuneração do capital de 4%.

Quadro 9.17 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com SAAC
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	19.656,00 €	15.498,00 €	4.706,94 €	0,00 €	548,94€
2	20.442,24 €	12.708,36 €	9.602,16 €	0,00 €	1.868,8 €
3	21.259,93 €	10.420,86 €	14.693,20 €	0,00 €	3.854,2 €
4	22.110,33 €	8.545,10 €	19.987,87 €	0,00 €	6.422,4 €
5	22.994,74 €	7.006,98 €	25.494,32 €	0,00 €	9.506,5 €
6	23.914,53 €	5.745,73 €	31.221,04 €	0,00 €	13.052,4 €
7	24.871,11 €	4.711,50 €	37.176,83 €	2.200,00 €	19.17,21 €
8	25.865,96 €	3.863,43 €	43.370,84 €	5.095,05 €	26.163,36 €
9	26.900,59 €	3.168,01 €	49.812,62 €	8.105,90 €	34.185,94 €
10	27.976,62 €	2.597,77 €	56.512,07 €	11.237,19 €	4.370,41 €
11	29.095,68 €	2.130,17 €	63.479,50 €	14.493,73 €	5.007,71 €
12	30.259,51 €	1.746,74 €	70.725,62 €	17.880,52 €	6.093,37 €
13	31.469,89 €	1.432,33 €	78.261,59 €	21.402,80 €	6.626,82 €
14	32.728,68 €	1.174,51 €	86.098,99 €	25.065,96 €	7.610,77 €
15	34.037,83 €	963,10 €	94.249,90 €	28.875,64 €	8.050,81 €
16	35.399,35 €	789,74 €	102.726,84 €	32.837,72 €	9.954,95 €
17	36.815,32 €	647,59 €	111.542,85 €	36.958,28 €	12.333,40 €
18	38.287,93 €	531,02 €	120.711,51 €	41.243,66 €	14.198,26 €
19	39.819,45 €	435,44 €	130.246,92 €	45.700,46 €	15.563,36 €
20	41.412,23 €	357,06 €	140.163,74 €	50.335,53 €	16.444,09 €

A variação dos TRI e dos saldos é apresentada no quadro e na figura seguintes.

Quadro 9.18 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e SAAC)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	<1	<1	<1	1,5

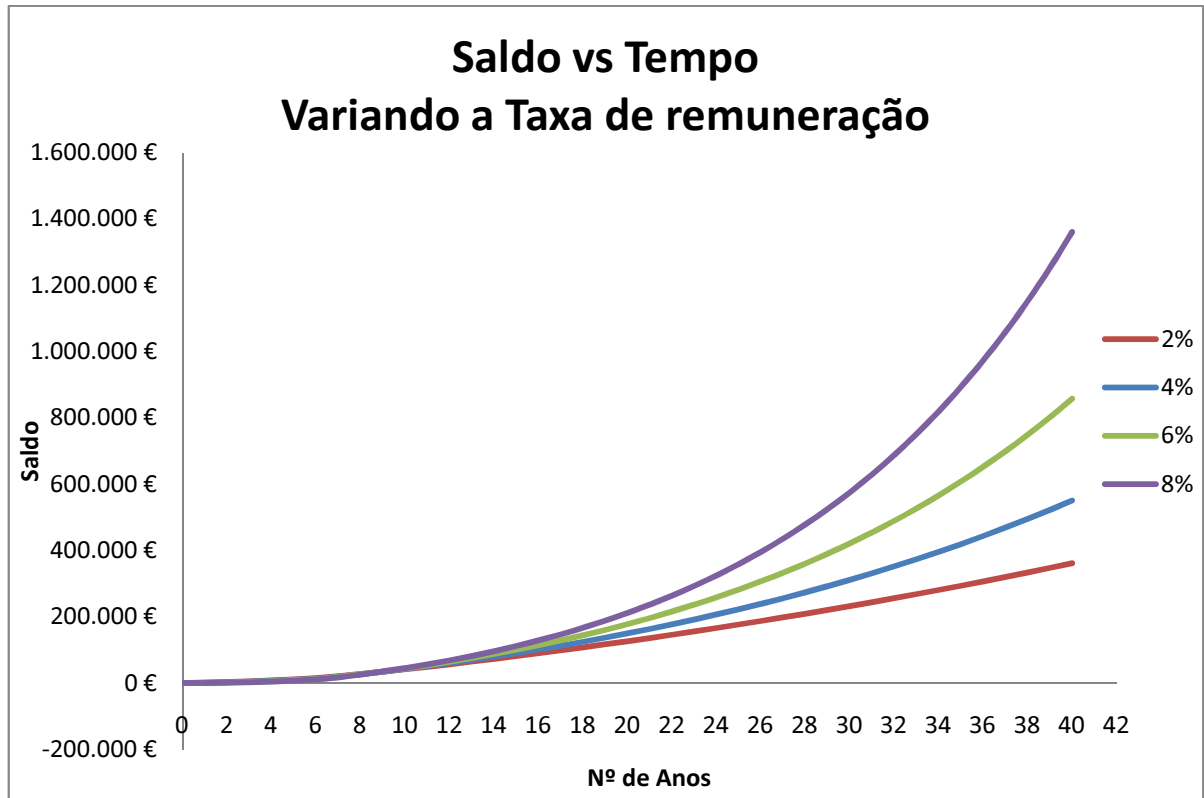


Figura 9.6 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Tradicionais com SAAC)

9.6. CASO 5: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES E SAAC

Esta solução apenas difere da anterior nos consumos dos equipamentos. Assim, mostra-se no Quadro 9.19 a respectiva “performance”.

Quadro 9.19 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com SAAC

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
4900	54,4%	96,7%	698,54	34632,17

O investimento e os custos inerentes a esta solução serão os mesmos que para os equipamentos tradicionais, alterando-se apenas o resultado anual (1390,49 €), uma vez que a poupança de água será menor. Definidas as variáveis, procede-se à apresentação de um exemplo de quadro de análise económica (Quadro 9.20) para uma taxa de remuneração do capital de 4%.

Quadro 9.20 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com SAAC
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	19.656,00 €	15.498,00 €	1.390,49 €	0,00 €	-2.767,51 €
2	20.442,24 €	12.708,36 €	2.836,59 €	0,00 €	-4.897,29 €
3	21.259,93 €	10.420,86 €	4.340,54 €	0,00 €	-6.498,53 €
4	22.110,33 €	8.545,10 €	5.904,65 €	0,00 €	-7.660,58 €
5	22.994,74 €	7.006,98 €	7.531,32 €	0,00 €	-8.456,44 €
6	23.914,53 €	5.745,73 €	9.223,06 €	0,00 €	-8.945,77 €
7	24.871,11 €	4.711,50 €	10.982,47 €	2.200,00 €	-6977,15 €
8	25.865,96 €	3.863,43 €	12.812,25 €	5.095,05 €	-4095,22 €
9	26.900,59 €	3.168,01 €	14.715,23 €	8.105,90 €	-91,45 €
10	27.976,62 €	2.597,77 €	16.694,33 €	11.237,19 €	2552,66 €
11	29.095,68 €	2.130,17 €	18.752,59 €	14.493,73 €	6280,80 €
12	30.259,51 €	1.746,74 €	20.893,17 €	17.880,52 €	10.260,93 €
13	31.469,89 €	1.432,33 €	23.119,39 €	21.402,80 €	14.484,62 €
14	32.728,68 €	1.174,51 €	25.434,65 €	25.065,96 €	18.946,43 €
15	34.037,83 €	963,10 €	27.842,52 €	28.875,64 €	23.643,43 €
16	35.399,35 €	789,74 €	30.346,71 €	32.837,72 €	28.574,82 €
17	36.815,32 €	647,59 €	32.951,06 €	36.958,28 €	33.741,61 €
18	38.287,93 €	531,02 €	35.659,59 €	41.243,66 €	39.146,34 €
19	39.819,45 €	435,44 €	38.476,46 €	45.700,46 €	44.792,91 €
20	41.412,23 €	357,06 €	41.406,01 €	50.335,53 €	50.686,36 €

Quadro 9.21 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e SAAC)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	8,5	9,3	10,1	10,8

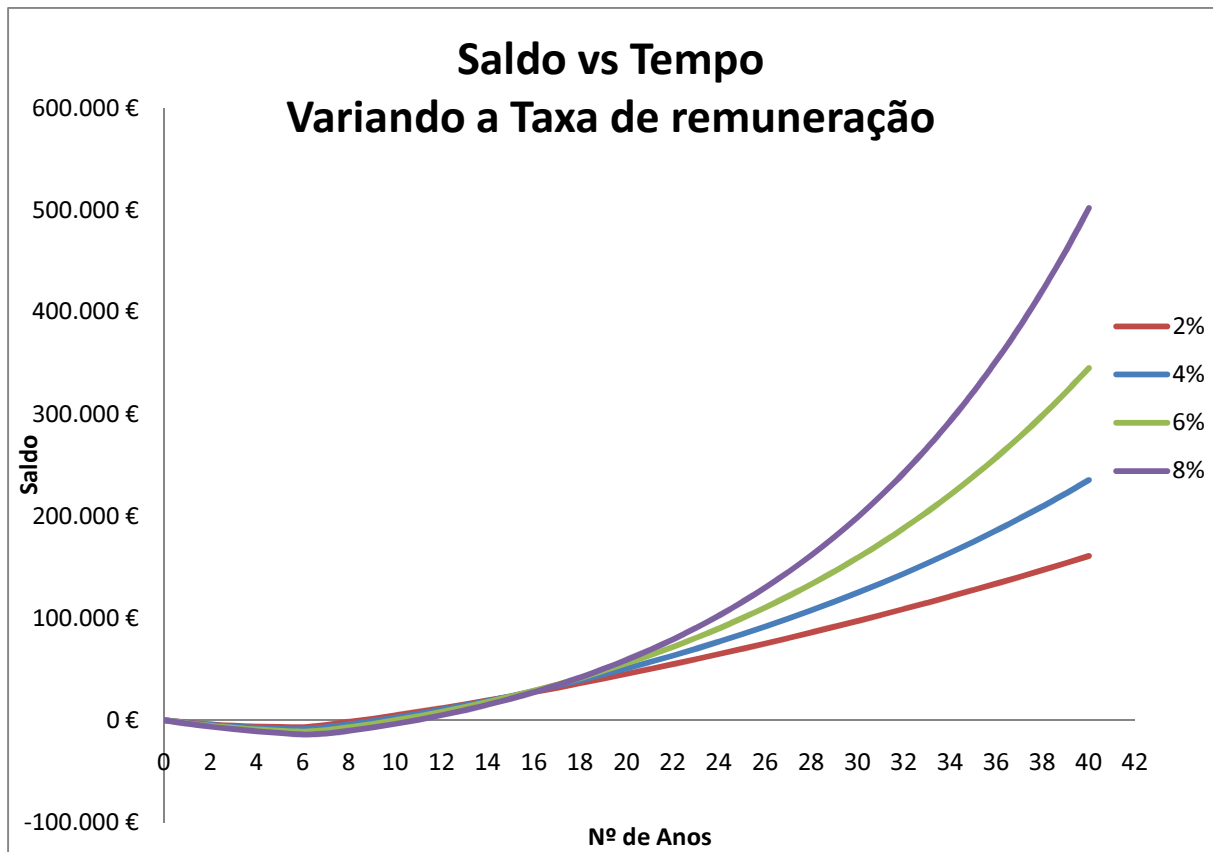


Figura 9.7 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Eficientes com SAAC)

9.7. CASO 6: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO

Entende-se por sistemas combinados aqueles que fazem o aproveitamento da água das chuvas e também das águas cinzentas.

Embora discutível, considerou-se que, por segurança as águas cinzentas seriam tratadas antes de se juntarem às águas pluviais.

No Quadro 9.22 apresentam-se os resultados relativos aos reservatórios possíveis, redução prevista do consumo de água e grau de aproveitamento da água no condomínio

Sistemas combinados, como mencionado no capítulo 4, são sistemas que podem ser vantajosos em situações de abastecimento de várias habitações, uma vez que o volume de água produzido vai ser o somatório da produção de águas pluviais mais as águas cinzentas.

Quadro 9.22 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
40000	24,8%	96,7%	1397,09	29539,67
45000	24,8%	96,7%	1397,09	29109,96
50000	24,8%	96,7%	1397,09	28671,70
55000	24,8%	96,7%	1397,09	28277,94
60000	24,8%	96,7%	1397,09	27852,22
65000	24,8%	96,7%	1397,09	27456,62
70000	24,8%	96,7%	1397,09	27065,27
75000	24,8%	96,7%	1397,09	26666,81

Observando o quadro, verifica-se que a redução no consumo de água potável e o grau de aproveitamento, se mantêm constante com a alteração do volume do reservatório. Assim a escolha do reservatório terá de ser feita tendo em conta custo do reservatório. No Quadro 9.23 apresenta-se a variação do custo do reservatório com a modificação do seu volume.

Quadro 9.23 - Custo do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado)

Volume do reservatório (L)	Custo do reservatório
40000	5.930 €
45000	6.414 €
50000	6.881 €
55000	7.332 €
60000	7.770 €
65000	8.196 €
70000	8.611 €
75000	9.017 €

A opção será a da utilização de um reservatório com capacidade útil de 40 m³, que corresponde a uma capacidade real de 48 m³.

9.7.1. ANÁLISE ECONÓMICA DESTA SOLUÇÃO

9.7.1.1. Investimento

a) Custo do reservatório e equipamento

O custo do reservatório de 48 m³ é obtido recorrendo à eq. (2.6), sendo o respectivo custo de 6696 €, ao qual se adiciona o custo do equipamento para um SAAP. Acresce o sistema de tratamento referido para o SAAC, pelo que o custo total deverá ser da ordem dos 16605 €.

b) *Rede de adução e rede exterior de distribuição e Acréscimo de custo da rede predial*

Para este sistema são necessárias duas redes de adução, e uma rede de distribuição, a que se adiciona o acréscimo da rede predial. Assim sendo o custo total será de 14000€.

c) *Total do investimento*

O investimento para a implementação deste sistema é de 30605 €.

9.7.1.2. Resultados anuais

a) *Poupança de água*

Com a implementação deste sistema aproveita-se um volume 1397,09 m³/ano de água, o que corresponde na factura uma poupança de cerca de 5207,06 €/ano.

b) *Custos de energia, Custos de pessoal e Manutenção*

O custo de energia rondará os 6,1 € anuais, a que se acresce o custo com o pessoal que é de 336 €. A manutenção, sendo estimado que seja 2% do investimento no reservatório e redes exteriores, será de 294,1 €.

c) *Resultado líquido anual*

Assim, o resultado anual capitalizado é de 4570,87 €.

9.7.1.3. Poupança no IMI e Taxas usadas na Análise Económica

A poupança no IMI (2 200 €/ano) e as taxas a serem utilizadas, serão as que se consideraram anteriormente (10% no SAAP e 20% no SAAC). Isto é, a todo o sistema utilizado como no SAAP será aplicada uma taxa de depreciação de 10% e ao valor do sistema de aproveitamento será aplicada uma taxa de depreciação de 20%.

9.7.1.4. Conclusões para a solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado

No Quadro 9.24 será apresentado o resultado da simulação efectuada para a análise económica com uma taxa de remuneração do capital de 4%.

Quadro 9.24 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	31.829,41 €	24.606,78 €	4.570,87 €	0,00 €	-2.651,76 €
2	33.102,59 €	21.990,44 €	9.324,57 €	0,00 €	-1.787,57 €
3	34.426,69 €	19.700,01 €	14.268,42 €	0,00 €	-458,28 €
4	35.803,76 €	17.688,43 €	19.410,03 €	0,00 €	1.294,70 €
5	37.235,91 €	15.916,18 €	24.757,30 €	0,00 €	3.437,57 €
6	38.725,34 €	14.350,00 €	30.318,46 €	0,00 €	5.943,11 €
7	40.274,36 €	12.961,83 €	36.102,06 €	2.200,00 €	10.989,54 €
8	41.885,33 €	11.727,95 €	42.117,02 €	5.095,05 €	17.054,69 €
9	43.560,74 €	10.628,23 €	48.372,56 €	8.105,90 €	23.645,95 €
10	45.303,17 €	9.645,55 €	54.878,34 €	11.237,19 €	30.457,90 €
11	47.115,30 €	8.765,32 €	61.644,34 €	14.493,73 €	37.788,08 €
12	48.999,91 €	7.975,06 €	68.680,98 €	17.880,52 €	45.536,65 €
13	50.959,91 €	7.264,04 €	75.999,09 €	21.402,80 €	53.706,01 €
14	52.998,31 €	6.623,05 €	83.609,92 €	25.065,96 €	62.300,62 €
15	55.118,24 €	6.044,11 €	91.525,18 €	28.875,64 €	71.326,70 €
16	57.322,97 €	5.520,33 €	99.757,06 €	32.837,72 €	80.792,14 €
17	59.615,89 €	5.045,69 €	108.318,21 €	36.958,28 €	90.706,29 €
18	62.000,52 €	4.614,97 €	117.221,81 €	41.243,66 €	101.079,91 €
19	64.480,54 €	4.223,57 €	126.481,55 €	45.700,46 €	111.925,03 €
20	67.059,76 €	3.867,49 €	136.111,68 €	50.335,53 €	123.254,92 €

Quadro 9.25 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	2,4	3,3	4,7	6,2

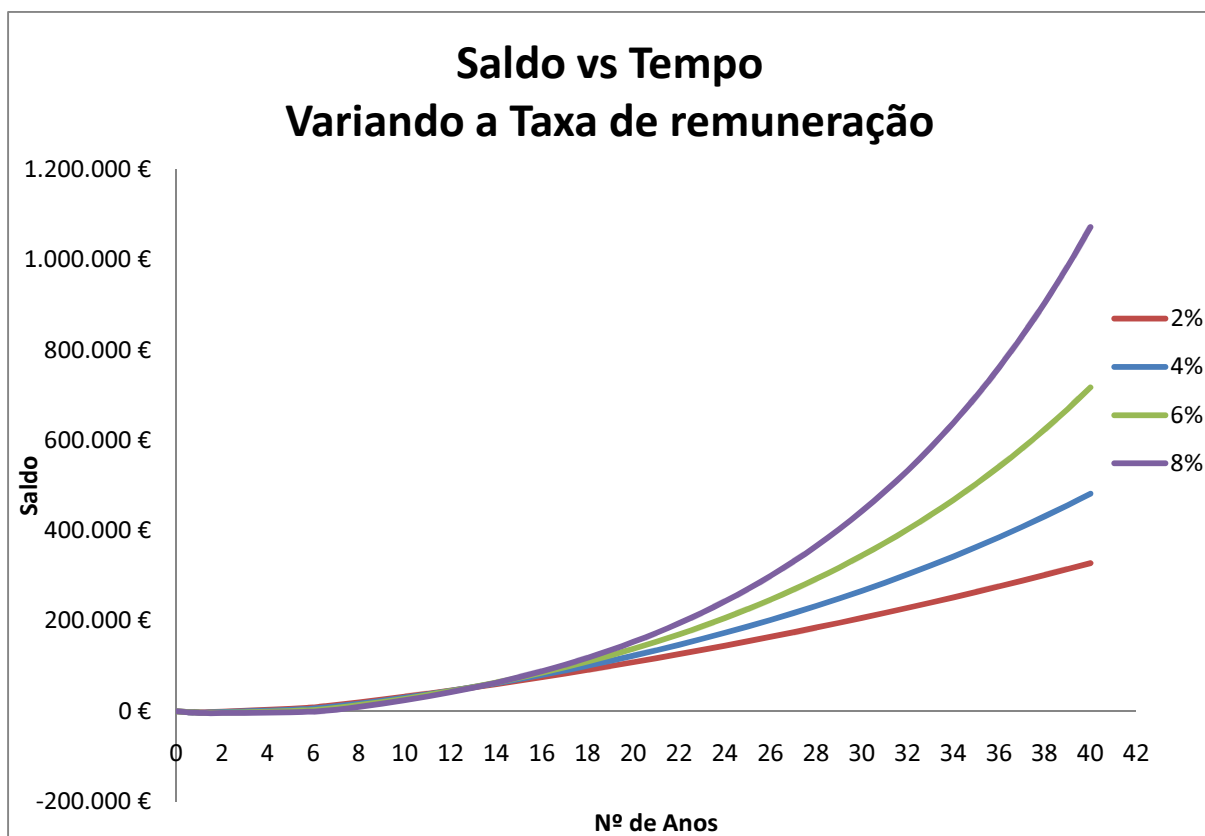


Figura 9.8 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado)

9.8. CASO 7: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS EFICIENTES E SISTEMA COMBINADO

A diferença desta solução relativamente à anterior, reside na alteração do tipo de equipamentos, o que apenas alterará o consumo verificado no edifício.

O Quadro 9.26 mostra a eficiência da solução proposta.

Quadro 9.26 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
20000	13,1%	96,7%	698,54	33487,04
25000	13,1%	96,7%	698,54	33072,13
30000	13,1%	96,7%	698,54	32667,37
35000	13,1%	96,7%	698,54	32255,80
40000	13,1%	96,7%	698,54	31822,27
45000	13,1%	96,7%	698,54	31401,42
50000	13,1%	96,7%	698,54	30982,88
55000	13,1%	96,7%	698,54	30561,73

Quadro 9.27 - Custos do Reservatório (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado)

Volume do reservatório (L)	Custo do reservatório
20000	3.736 €
25000	4.335 €
30000	4.895 €
35000	5.425 €
40000	5.930 €
45000	6.414 €
50000	6.881 €
55000	7.332 €

Como a redução do consumo de água é igual para todos os volumes, sendo que apenas o volume de água que se rejeita é que varia, a escolha recai, tal como no SAAP, por um reservatório com capacidade útil de 20 m³, que corresponde a um reservatório com capacidade real de 24 m³.

Uma vez que apenas investimento se altera, passando a ser de 27384 € , sendo que os custos os mesmos que os considerados para a solução de equipamentos tradicionais, e sendo o resultado anual capitalizado de 1318,84 € , apresenta-se no Quadro 9.28 a análise económica da solução para uma remuneração de 4%.

Quadro 9.28 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	28.479,29 €	21.643,22 €	1.318,84 €	0,00 €	-5.517,24 €
2	29.618,46 €	19.263,96 €	2.690,43 €	0,00 €	-7.664,08 €
3	30.803,20 €	17.191,65 €	4.116,88 €	0,00 €	-9.494,67 €
4	32.035,33 €	15.380,74 €	5.600,39 €	0,00 €	-11.054,20 €
5	33.316,74 €	13.793,10 €	7.143,24 €	0,00 €	-12.380,40 €
6	34.649,41 €	12.396,77 €	8.747,81 €	0,00 €	-13.504,83 €
7	36.035,39 €	11.164,86 €	10.416,56 €	2.200,00 €	-2.253,97 €
8	37.476,80 €	10.074,74 €	12.152,06 €	5.095,05 €	-0.154,96 €
9	38.975,88 €	9.107,27 €	13.956,97 €	8.105,90 €	-7805,73 €
10	40.534,91 €	8.246,27 €	15.834,09 €	11.237,19 €	5.217,36 €
11	42.156,31 €	7.477,98 €	17.786,29 €	14.493,73 €	2.398,31 €
12	43.842,56 €	6.790,71 €	19.816,58 €	17.880,52 €	65,25 €
13	45.596,26 €	6.174,44 €	21.928,08 €	21.402,80 €	3909,05 €
14	47.420,11 €	5.620,61 €	24.124,04 €	25.065,96 €	7390,49 €
15	49.316,92 €	5.121,87 €	26.407,83 €	28.875,64 €	1.088,43 €
16	51.289,59 €	4.671,87 €	28.782,98 €	32.837,72 €	5.002,98 €
17	53.341,18 €	4.265,11 €	31.253,14 €	36.958,28 €	9.135,35 €
18	55.474,82 €	3.896,83 €	33.822,10 €	41.243,66 €	2.487,77 €
19	57.693,82 €	3.562,89 €	36.493,82 €	45.700,46 €	2.063,35 €
20	60.001,57 €	3.259,65 €	39.272,41 €	50.335,53 €	2.866,02 €

Quadro 9.29 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	10,4	11,7	13,7	15,9

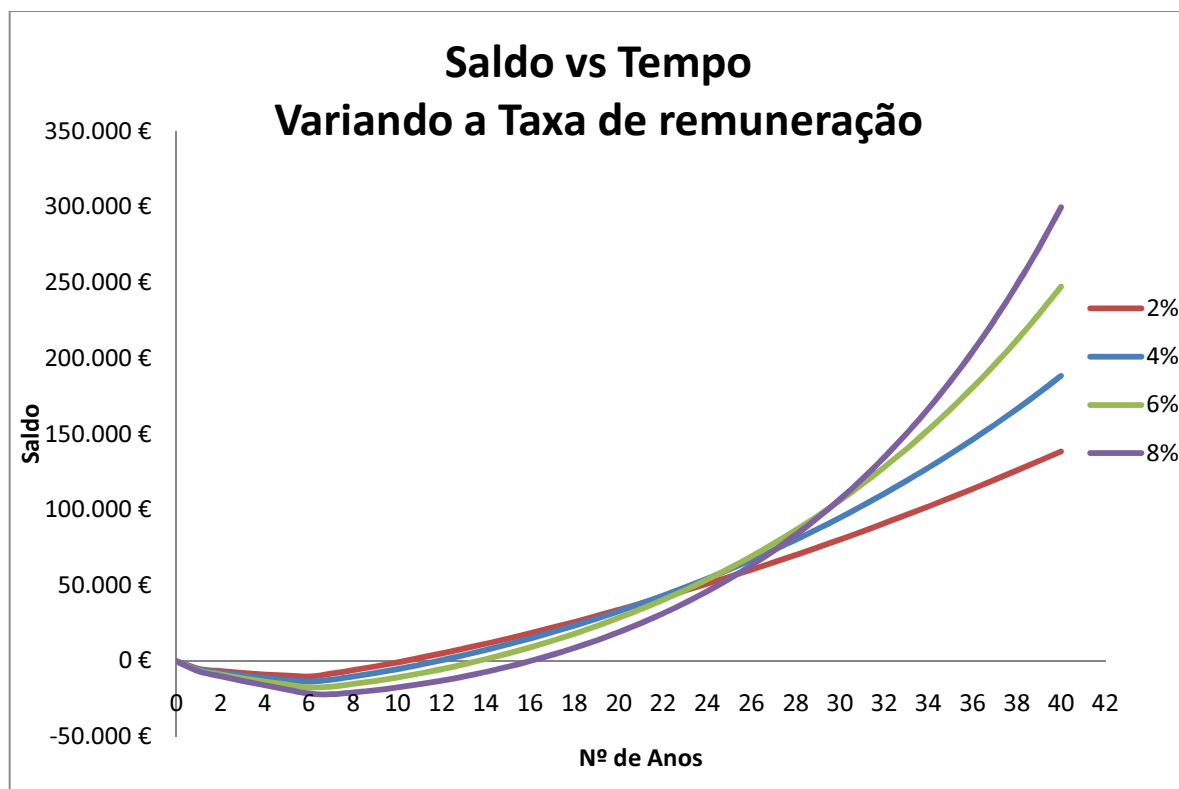


Figura 9.9 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração (Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado)

9.9. CASO 8: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO TAMBÉM UTILIZADO PARA REGA

Devido ao aumento de produção dos sistemas combinados, para além da utilização nos autoclismos, ainda sobra muita água para rega. Segue-se uma análise dessa possibilidade, conduzida nos moldes anteriores.

Quadro 9.30 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para rega

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m ³)	Volume de Água Rejeitado (m ³)
55000	57,6%	55,7%	3242,01	16290,39
60000	58,4%	56,4%	3282,81	15781,12
65000	59,0%	57,0%	3318,86	15329,78
70000	59,5%	57,5%	3348,80	14930,59
75000	60,0%	57,9%	3373,44	14551,22
80000	60,3%	58,3%	3393,94	14192,74
85000	60,7%	58,6%	3412,58	13842,39
90000	61,0%	58,9%	3429,33	13515,18

Quadro 9.31 - Custo do Reservatório (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado para rega)

Volume do reservatório (L)	Custo do reservatório
55000	7.332 €
60000	7.770 €
65000	8.196 €
70000	8.611 €
75000	9.017 €
80000	9.413 €
85000	9.801 €
90000	10.182 €

A opção recai num reservatório com capacidade útil de 75 m³, correspondendo a uma capacidade real de 90 m³, pois pela análise dos quadros, e tendo em conta que será utilizada água também para rega, é o reservatório que demonstra um melhor equilíbrio em termos de custos, redução do consumo de água potável, e volumes de água consumidos e rejeitados. Com o referido reservatório atinge-se um consumo médio de água reutilizada de 3373,44 m³/ano.

O investimento é semelhante ao descrito para a solução de equipamentos tradicionais e sistema combinado, sendo a única diferença o custo do reservatório, que como será maior, portanto, mais caro. Assim, o investimento total será de 32137 €.

Com a este sistema atinge-se uma poupança anual na factura da água de 3170,82 €. Subtraindo as despesas anuais inerentes a este sistema, em que apenas os custos de manutenção aumentam quando comparados com a solução anterior de sistema combinado, passando a ser de 384,7 €, o resultado anual será de 2887,30 €.

Segue-se uma análise semelhante à dos casos anteriores.

Quadro 9.32 - Análise Económica da Solução Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para Rega
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	36.542,17 €	28.775,76 €	2.887,30 €	0,00 €	-4.879,10 €
2	38.003,85 €	25.825,90 €	5.890,10 €	0,00 €	-6.287,66 €
3	39.524,01 €	23.228,63 €	9.013,00 €	0,00 €	-7.282,37 €
4	41.104,97 €	20.934,76 €	12.260,82 €	0,00 €	-7.909,38 €
5	42.749,17 €	18.902,80 €	15.638,56 €	0,00 €	-8.207,80 €
6	44.459,13 €	17.097,70 €	19.151,40 €	0,00 €	-8.210,03 €
7	46.237,50 €	15.489,71 €	22.804,76 €	2.200,00 €	-5.743,02 €
8	48.087,00 €	14.053,60 €	26.604,25 €	5.095,05 €	-2.334,09 €
9	50.010,48 €	12.767,83 €	30.555,72 €	8.105,90 €	1.418,97 €
10	52.010,90 €	11.613,98 €	34.665,25 €	11.237,19 €	5.505,53 €
11	54.091,33 €	10.576,28 €	38.939,17 €	14.493,73 €	9.917,84 €
12	56.254,99 €	9.641,14 €	43.384,03 €	17.880,52 €	14.650,71 €
13	58.505,18 €	8.796,83 €	48.006,70 €	21.402,80 €	19.701,14 €
14	60.845,39 €	8.033,22 €	52.814,27 €	25.065,96 €	24.068,05 €
15	63.279,21 €	7.341,47 €	57.814,14 €	28.875,64 €	28.752,04 €
16	65.810,38 €	6.713,89 €	63.014,01 €	32.837,72 €	33.755,24 €
17	68.442,79 €	6.143,77 €	68.421,87 €	36.958,28 €	38.081,13 €
18	71.180,50 €	5.625,20 €	74.046,04 €	41.243,66 €	42.734,40 €
19	74.027,72 €	5.152,99 €	79.895,19 €	45.700,46 €	47.720,91 €
20	76.988,83 €	4.722,55 €	85.978,30 €	50.335,53 €	52.047,54 €

Quadro 9.33 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado para rega)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	7,4	8,6	10,2	11,9

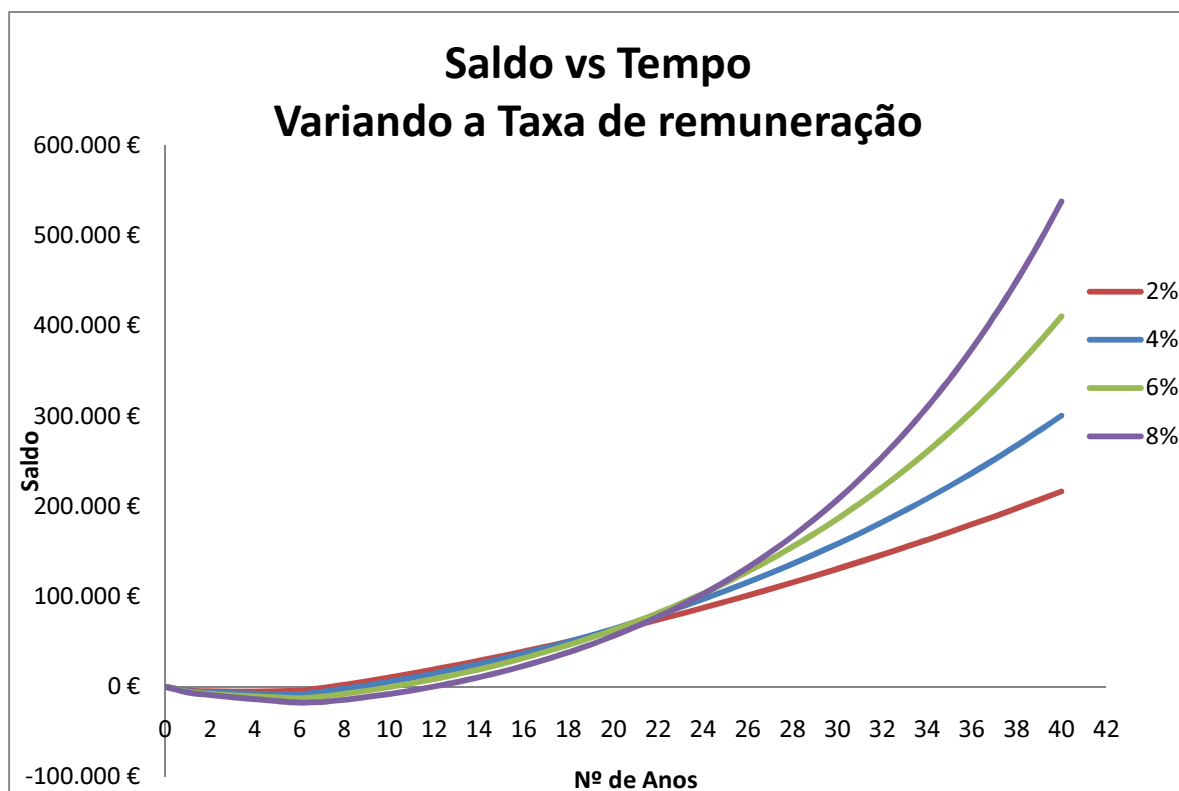


Figura 9.10 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Tradicionais com Sistema Combinado para rega)

9.10. CASO 9: 20 MORADIAS COM EQUIPAMENTOS TRADICIONAIS E SISTEMA COMBINADO TAMBÉM UTILIZADO PARA REGA

Para a alteração para equipamentos eficientes, os pressupostos de análise são os mesmos que os utilizados para os tradicionais, assim serão apresentados de seguida os quadros referentes a esta solução.

Quadro 9.34 - Análise da Eficiência da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para rega

Volume do reservatório (L)	Grau de aproveitamento	Redução no consumo de água potável	Volume de Água Médio Consumido (m3)	Volume de Água Rejeitado (m3)
50000	53,2%	55,7%	2841,28	17717,48
55000	54,1%	56,5%	2884,55	17183,36
60000	54,7%	57,3%	2921,20	16678,75
65000	55,3%	57,9%	2953,25	16228,93
70000	55,8%	58,4%	2979,36	15817,54
75000	56,2%	58,8%	3001,09	15444,40
80000	56,6%	59,2%	3019,48	15085,57
85000	56,9%	59,5%	3036,21	14737,62

O reservatório escolhido será o de 50 m³, com capacidade real de 60 m³, pois uma vez que os equipamentos são eficientes, o volume de água a reutilizar é menor, logo opta-se por um reservatório de custo menor para permitir uma opção com um investimento menor.

O investimento para a implementação deste sistema é de 29000 €, sendo que o mesmo proporciona um resultado anual de 557,56 €.

Quadro 9.35 - Análise Económica da Solução Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para Rega
(Exemplo para uma taxa de remuneração do capital de 4%)

Ano	Investimento Capitalizado	Valor Residual	Resultados Anuais Capitalizados	Poupança IMI	Saldo
0					0,00 €
1	33.281,55 €	25.891,37 €	557,56 €	0,00 €	-6.832,62 €
2	34.612,81 €	23.172,26 €	1.137,42 €	0,00 €	-10.303,14 €
3	35.997,33 €	20.787,28 €	1.740,47 €	0,00 €	-13.469,57 €
4	37.437,22 €	18.688,72 €	2.367,64 €	0,00 €	-16.380,85 €
5	38.934,71 €	16.836,45 €	3.019,91 €	0,00 €	-19.078,35 €
6	40.492,10 €	15.196,65 €	3.698,26 €	0,00 €	-21.597,19 €
7	42.111,78 €	13.740,75 €	4.403,75 €	2.200,00 €	-21.767,28 €
8	43.796,25 €	12.444,55 €	5.137,45 €	5.095,05 €	-21.119,19 €
9	45.548,10 €	11.287,50 €	5.900,51 €	8.105,90 €	-20.254,19 €
10	47.370,02 €	10.252,08 €	6.694,08 €	11.237,19 €	-19.186,67 €
11	49.264,83 €	9.323,33 €	7.519,40 €	14.493,73 €	-17.928,36 €
12	51.235,42 €	8.488,43 €	8.377,74 €	17.880,52 €	-16.488,73 €
13	53.284,83 €	7.736,34 €	9.270,40 €	21.402,80 €	-14.875,29 €
14	55.416,23 €	7.057,56 €	10.198,78 €	25.065,96 €	-13.093,93 €
15	57.632,88 €	6.443,87 €	11.164,28 €	28.875,64 €	-11.149,08 €
16	59.938,19 €	5.888,10 €	12.168,41 €	32.837,72 €	-9.043,96 €
17	62.335,72 €	5.384,04 €	13.212,70 €	36.958,28 €	-6.780,69 €
18	64.829,15 €	4.926,25 €	14.298,77 €	41.243,66 €	-4.360,47 €
19	67.422,31 €	4.509,95 €	15.428,28 €	45.700,46 €	-1.783,63 €
20	70.119,21 €	4.130,96 €	16.602,96 €	50.335,53 €	50,24 €

Quadro 9.36 - TRI em função da taxa de remuneração do capital (Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado para rega)

Taxa de Remuneração do Capital	2%	4%	6%	8%
TRI	16,6	19,7	24,8	39,5

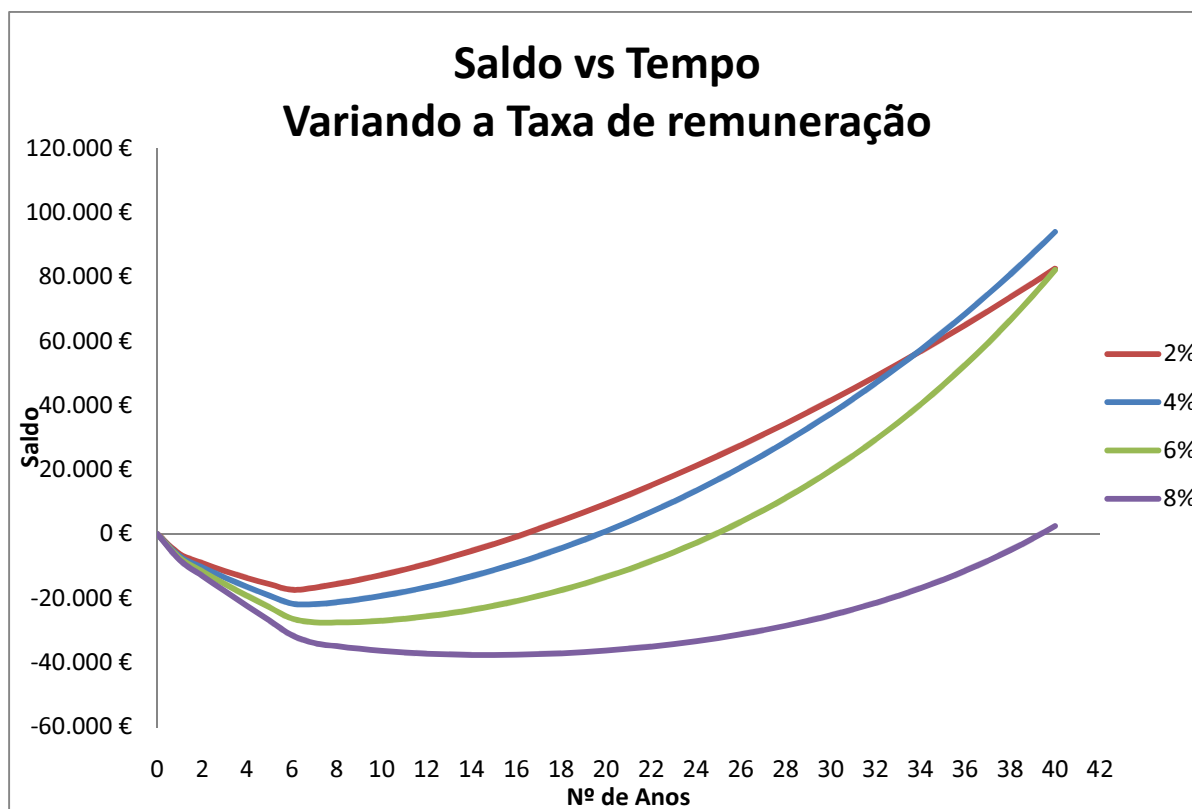


Figura 9.11 - Variação do Saldo ao longo do tempo para diferentes Taxas de Remuneração
(Equipamentos Eficientes com Sistema Combinado para rega)

9.11. APLICAÇÃO DO LIDERA PARA O CASO DE ESTUDO

O LiderA, como referido, é um sistema nacional que com a promoção de construção sustentável e com a sua aplicação a ser reconhecida para incentivos fiscais aos praticantes de acções ambientalmente sustentáveis, nomeadamente no IMI, começará a ter cada vez mais importância.

Sendo o recurso água o segundo item mais importante nos seus critérios de avaliação, será feita uma aplicação sumária deste sistema à solução de sistema combinado.

Como não se sabe as características do condomínio tendo em conta os vários critérios considerados no LiderA, será atribuída a cada um desses critérios a classe E, e a análise será feita observando que influência terá a solução proposta para a classe final do edifício.

Para a aplicação do LiderA a esta solução, serão utilizados os critérios C10, C11, C16 e C17.

O primeiro refere-se à implementação de estratégias que permitam a redução no consumo de água. A solução proposta permite uma redução de 96,7% no consumo de água, pelo que, de acordo com a classificação explicada no Capítulo 5, o empreendimento é classificado com A++, pois a solução é quase regenerativa, uma vez que praticamente não necessita de água da rede pública.

Em relação ao critério C11, que se refere à gestão das águas locais e desenvolvimento de um sistema que propicie a infiltração e drenagem das águas pluviais para linhas de água naturais e a retenção de poluentes, classifica-se esta solução com C, pois apesar de reduzir os riscos de cheias não promove o ciclo natural da água.

O critério C16 é classificado com A, pois é promovido um bom sistema para tratamento das águas residuais, diminuindo a pressão sobre as estações de tratamento municipais e utilizando sistemas biológicos adequados e de baixa intensidade em energia e produtos de tratamento.

Por último o critério C17 é classificado com A, pois a solução possibilita a reutilização das águas residuais, particularmente as águas cinzentas.

Definidas as classes para cada critério, é então possível verificar qual a sua influência para a classe final do empreendimento segundo o LiderA.

Utilizando o simulador referido no capítulo 5, e introduzindo as classificações de cada critério obteve-se a seguinte classificação:

Quadro 9.37 - Aplicação do LiderA à solução de Equipamentos tradicionais e Sistema Combinado

VERTENTES	ÁREA	WI (%)	PRE-REQ	CRITÉRIO	Nº C	PI	NÍVEL	FACTOR	IMAR POR	AVALIAÇÃO			
6 CRITÉRIOS	INTEGRAÇÃO LOCAL	7	S	Valorização territorial	C1	3,5	E	1	7	14%			
		ECOSSISTEMAS NATURAIS	5	S	Optimização ambiental da implantação	C2	3,5	E	1		5		
					Valorização ecológica	C3	2,5	E	1				
					Interligação de habitats	C4	2,5	E	1				
	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2	S	Integração paisagística local	C5	1,0	E	1	2				
					Protecção e valorização do património	C6	1,0	E	1				
9 CRITÉRIOS	ENERGIA	17	S	Certificação energética	C7	5,7	E	1	17	32%			
					Desenho passivo	C8	5,7	E	1				
						Intensidade em Carbono (e eficiência energética)	C9	5,7	E			1	
	ÁGUA			8	S	Consumo de água potável	C10	4,0	A++			10	
						Gestão das águas locais	C11	4,0	C		1,33		
						Durabilidade	C12	1,7	E		1		
MATERIAIS	5			S	Materiais locais	C13	1,7	E	1	5			
					Materiais de baixo impacto	C14	1,7	E	1				
					Produção local de alimentos	C15	2,0	E	1			2	
8 CRITÉRIOS			EFLUENTES	3	S	Tratamento das águas residuais	C16	1,5	A		2	6	
						Caudal de reutilização de águas usadas	C17	1,5	A	2			
		EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	2	S	Caudal de emissões atmosféricas - Partic	C18	2,0	E	1	2			
					Produção de resíduos	C19	1,0	E	1				
		RESÍDUOS	3	S	Gestão de resíduos perigosos	C20	1,0	E	1		3		
					Reciclagem de resíduos	C21	1,0	E	1				
4 CRITÉRIOS		CONFORTO AMBIENTAL	5	S	Fontes de ruído para o exterior	C22	3,0	E	1		3	15%	
					Efeitos térmicos (ilha de calor) e luminosos	C23	1,0	E	1	1			
		CONFORTO TÉRMICO	5	S	Níveis de qualidade do ar	C24	5,0	E	1	5			
					Conforto térmico	C25	5,0	E	1	5			
		ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5	S	Níveis de iluminação	C26	2,5	E	1	5			
					Isolamento acústico/Níveis sonoros	C27	2,5	E	1				
13 CRITÉRIOS	ACESSO PARA TODOS	5	S	Acesso aos transportes públicos	C28	1,7	E	1	5	19%			
					Mobilidade de baixo impacto	C29	1,7	E	1				
						Soluções inclusivas	C30	1,7	E			1	
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA			2	S	Baixos Custos no ciclo de vida	C31	2,0	E			1	
						Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	C32	1,3	E		1		
						Dinâmica económica	C33	1,3	E		1		
	AMENIDADES E INTERACÇÃO SOCIAL			4	S	Trabalho Local	C34	1,3	E		1		
						Amenidades locais	C35	2,0	E		1		
						Interação com a comunidade	C36	2,0	E		1		
	PARTICIPAÇÃO E CONTROLO			4	S	Capacidade de controlo	C37	1,0	E		1		
						Governância e participação	C38	1,0	E		1		
						Controlo dos riscos naturais - (Safety)	C39	1,0	E		1		
	GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO			6	S	Controlo das ameaças humanas - (Security)	C40	1,0	E		1		
					Condições de utilização ambiental	C41	3,0	E	1				
					sistema de gestão ambiental	C42	3,0	E	1				
	3 CRITÉRIOS		2	S	Inovações	C43	2,0	E	1			2	8%
										100			
										14,0	Classificação		

Como se pode observar através do Quadro 9.37, o empreendimento obtém uma classificação de 14,1% atendendo apenas ao uso eficiente da água. Desta forma, já atinge a Classe C do LiderA, e portanto pode-se verificar a importância que um uso racional deste recurso terá na classificação de um edifício segundo o LiderA.

10

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10.1. CONCLUSÕES

A necessidade de se pôr em prática um uso mais eficiente da água nos edifícios é uma questão que está na ordem do dia. Esse uso mais eficiente pode ser conseguido de diversas formas, entre as quais se incluem equipamentos mais eficientes e utilização de águas alternativas para diversos fins. Relativamente às águas alternativas, as origens mais correntes são a água das chuvas e/ou águas cinzentas.

Várias circunstâncias mostram que, de facto, este assunto está a ganhar uma grande actualidade. Entre elas podemos referir as seguintes:

- i) A inclusão destas matérias em sistemas reconhecidos para avaliar a sustentabilidade da construção, como são o americano LEED, o inglês BREEAM e o português LIDERA;
- ii) A concessão de benefícios fiscais para edifícios que façam o aproveitamento da água das chuvas e/ou de águas residuais tratadas;
- iii) A actividade a nível normativo, já abundante nalguns países, mas despontando em Portugal graças aos esforços da Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais que, para além de várias Especificações relativas a dispositivos de utilização de água, recentemente publicou a ETA 0701 “Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios” e está a ultimar uma outra Especificação relativa ao Uso de Águas Cinzentas em Edifícios.

Para além das necessárias considerações gerais e apresentação das diferentes tecnologias para se chegar a um uso mais eficiente da água, no entender do autor, o trabalho introduz algumas questões originais, como sejam:

- i) A apresentação e exemplificação relativamente aos benefícios fiscais;
- ii) Uma metodologia realista para análise do interesse económico das soluções técnicas passíveis de serem utilizadas, materializada num programa de cálculo denominado “Análise Económica”;
- iii) O programa computacional UEFA, melhor organizado que outros anteriormente desenvolvidos na FEUP e de aplicação mais ampla, na medida em que já inclui o

aproveitamento de águas cinzentas, a possibilidade de considerar a rega como uma das utilizações e incorpora o módulo para análises económicas;

- iv) A análise de nove casos de estudo, que revelou alguns ensinamentos que se consideram úteis para quem se interessa por estas matérias, a rever mais adiante;
- v) A análise das implicações que algumas medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios podem ter em termos de progressão no sistema de certificação LIDERA.

➤ *Benefícios fiscais*

Esses benefícios fiscais materializam-se, por um lado, a nível nacional, através das reduções consagradas no Código do Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI). Acresce que algumas Câmaras Municipais, como a de Lisboa, por exemplo, estão também a conceder reduções no IMI aos edifícios certificados pelo LIDERA.

No Capítulo 6 fez-se uma simulação sobre as reduções que é possível obter no IMI para duas habitações, ambas no Porto. Numa moradia de 300 m², com garagem para dois automóveis, a redução é de 109 € por ano, valor já significativo. Num andar com 120 m² e um lugar de garagem, a redução é de 47 € por ano.

➤ *Programa de cálculo “Análise Económica”*

Foi elaborado um programa de cálculo automático para a análise económica de soluções técnicas que se considera bastante completo e adequado à especificidade do problema, na medida em que atende a todos os factores com alguma relevância para essa análise, como sejam, do lado dos custos, o investimento, a energia, o pessoal e a manutenção, e do lado das receitas, a poupança na factura da água, o valor residual e a redução do IMI quando for caso disso.

O programa fornece todas as parcelas relevantes para a análise económica, numa base anual (Quadro 9.14) o TRI associado a cada taxa de remuneração de capital e um gráfico que mostra a evolução dos saldos ao longo de 40 anos (vd., por exemplo, Figura 9.4).

➤ *Programa “UEFA”*

O programa UEFA (Uso Eficiente da Água) está dividido nos seguintes módulos:

- *MÓDULO 1: Equipamentos*
- *MÓDULO 2: Aproveitamento da água das chuvas e águas cinzentas*
- *MÓDULO 3: Energia*
- *MÓDULO 4: Custos*
- *MÓDULO 5: Análise Económica*

Esta estrutura só por si dará uma ideia das potencialidades do programa, que vão desde a comparação das “performances” de diversos tipos de equipamento, alguns já testados pela ANQIP, até ao dimensionamento de sistemas de aproveitamento de águas das chuvas e/ou águas cinzentas, tudo isto completado com a análise económica acima descrita.

➤ Estudo de Casos

O programa UEFA mostrou-se uma ótima ferramenta para analisar uma série de casos relativos a uma urbanização com 20 moradias de grande qualidade na cidade do Porto, assunto desenvolvido no Capítulo 8. Os referidos casos foram os seguintes

- i) Caso 1: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes em vez de Equipamentos Tradicionais.
- ii) Caso 2: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais, mas Autoclismos alimentados por SAAP
- iii) Caso 3: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes, mas Autoclismos alimentados por SAAP
- iv) Caso 4: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e SAAC
- v) Caso 5: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e SAAC
- vi) Caso 6: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado
- vii) Caso 7: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado
- viii) Caso 8: 20 Moradias com Equipamentos Tradicionais e Sistema Combinado também utilizado para Rega
- ix) Caso 9: 20 Moradias com Equipamentos Eficientes e Sistema Combinado também utilizado para Rega

Recordam-se as condições desse estudo:

- moradias de dois pisos, com 200 m² por piso (400 m² no total);
- água pluvial captada apenas na cobertura;
- água cinzenta proveniente, apenas, dos duches;
- água aproveitada só para limpeza de sanitas, com excepção dos dois últimos casos, em que seria também aproveitada para rega.

As conclusões talvez com mais interesse estão sintetizadas no Quadro 10.1:

Quadro 10.1 - Síntese do Estudo de Casos

	Água Potável poupada anualmente			TRI (anos) para as seguintes taxas			
	m ³	% de redução	Valor Anual (€)	2%	4%	6%	8%
Caso 1	1256	32,9%	5.021,12 €	<1	<1	<1	1,1
Caso 2	942	65,2%	2.877,20 €	<1	<1	3,5	6,4
Caso 3	494	68,4%	789,04 €	7,8	9,1	10,3	11,5
Caso 4	1397	96,7%	4.706,94 €	<1	<1	<1	1,5
Caso 5	699	96,7%	1.390,49 €	8,5	9,3	10,1	10,8
Caso 6	1397	96,7%	4.570,87 €	2,4	3,3	4,7	6,2
Caso 7	699	96,7%	1.318,84 €	10,4	11,7	13,7	15,9
Caso 8	3373	57,9%	2.887,30 €	7,4	8,6	10,2	11,9
Caso 9	2841	55,7%	557,60 €	16,6	19,7	24,8	39,5

A conclusão geral a retirar é a de que os investimentos seriam interessantes em qualquer dos casos. É certo que os resultados melhoram pela inclusão do valor residual das instalações, mas isso é uma realidade inerente à natureza das mesmas, já que a parte mais significativa é o custo do reservatório e de tubagens, com longo tempo de vida e moderada depreciação.

Por outro lado, as condições são particularmente vantajosas pelo elevado número de moradias, grande área de cobertura das mesmas, e elevado tarifário da água no Porto, para escalões de consumo desta ordem de grandeza.

➤ *Certificação LIDERA*

Conforme se disse, constituía também objectivo deste trabalho observar quais as vantagens do uso eficiente da água em termos de classificação no sistema LIDERA. Como não são exactamente conhecidas as características do empreendimento, admitiu-se, à partida, que estariam todas ao nível corrente E.

O estudo de casos indicou o CASO 6 como a medida mais eficiente para melhorar a “performance” em termos de LIDERA, permitindo subir do nível E para o nível C à custa de um investimento relativamente moderado.

10.2. RECOMENDAÇÕES

Face aos desenvolvimentos que o uso eficiente da água em edifícios tem conhecido, julga-se que as contribuições técnico-científicas mais úteis poderão resultar da monitorização sistemática de sistemas de aproveitamento de águas das chuvas e de águas cinzentas. Isso poderá ser feito através de instalações de demonstração criadas de raiz e/ou de instalações já existentes, através de um aturado programa de monitorização como foi feito, por exemplo, no Reino Unido, pela Construction Industry Research and Information Associations (CIRIA).

Um desses programas foi levado a cabo em 1999, cobrindo 7 instalações, sendo 3 de águas das chuvas, 3 de águas cinzentas e 1 com sistema combinado, durante o período de um ano. Vários aspectos foram analisados, tais como a fiabilidade das instalações em termos de avarias, a qualidade das águas, a percepção dos utilizadores, as poupanças de água, os custos de investimento, operação e manutenção, a avaliação dos riscos, etc. Embora realizado há mais de 10 anos, portanto com um significativo atraso tecnológico relativamente aos dias de hoje, a conclusão foi a de que tais soluções poderiam ser utilizadas, com promissoras vantagens numa perspectiva de futuro, o que tem determinado um crescente interesse pelas mesmas.

Entende-se, também, que haverá que divulgar estas tecnologias e incluir estas matérias em cursos de Engenharia, com maior ou menor detalhe consoante a natureza do curso.

Finalmente, parece chegada a altura de as autoridades em Portugal se interessarem verdadeiramente pelo assunto em termos normativos, eventualmente beneficiando das louváveis iniciativas que vêm sendo tomadas pela ANQIP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Almeida, S. et al, "Água em Revista". Publicação do Jornal "Público", 31 de Janeiro de 2005. Portugal.
- [2] Almeida, S. et al, "*Uso eficiente da água no sector urbano. Série Guias Técnicos 8*", Instituto Regulador de Águas Residuais, Instituto da Água e Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Agosto de 2006.
- [3] Anuário Estatístico da Região Norte disponível em www.ine.pt. Acesso a 03/06/2009.
- [4] Bertolo, E., "Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações", Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FEUP, 2006
- [5] Birks, R. et al. (2003). "Assessment of water savings from single house domestic greywater recycling systems". XI Congresso Mundial da Água. R.U..
- [6] Building Research Establishment, "*BREEAM Europe Offices Assessor Manual. Document No 5060, Issue No 2.0*", 10 October 2008.
- [7] Baptista, et al, "*Programa Nacional para o Uso eficiente da água (Versão preliminar)*", 2001, <http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/uso_eficiente_agua.pdf>, Acesso a 24/05/2010
- [8] Catálogos de sistemas sanitários Geberit em www.geberit.pt. Acesso a 20/05/2010.
- [9] Catálogos de sistemas sanitários Grohe em www.grohe.pt. Acesso a 20/05/2010.
- [10] Catálogos de sistemas sanitários Tres em www.tresgriferia.com. Acesso a 20/05/2010
- [11] Catálogo de torneiras Roca com descrição técnica de www.roca.es. Acesso a 20/05/2010
- [12] Catálogo de torneiras e chuveiros RST em www.ecomeios.pt. Acesso a 20/05/2010
- [13] Catálogo de SAAP's, disponível em www.graf.pt. Acesso a 02/10/2010.
- [14] Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 e Agosto que dita o Regulamento Geral dos Sistema Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Águas Residuais disponível em www.dre.pt. Acesso a 29/04/2010
- [15] Decreto-Lei nº 152/1997 de 19 de Junho que regulamenta a recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático, em www.dre.pt. Acesso a 29/04/2010.
- [16] Decreto-Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro que transpõe para ordem jurídica nacional a Directiva Europeia nº 2000/60/CE, a chamada Lei da Água, disponível em www.dre.pt. Acesso a 29/04/2010.
- [17] DQA, Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2000. <http://dqa.inag.pt/dqa2002/pdf/D_Q.pdf>. Acesso a 29/04/2010
- [18] DTU, Domestic Roofwater Harvesting Technology. School of Engineering, University of Warwick, UK, 2003. Development Technology Unit. <<http://www.eng.warwick.ac.uk/DTU/rwh/components4.html>>. Acesso a 29/04/2010
- [19] Ecoágua (2007b). Aproveitamento de água pluvial. 3P Technik Filtersysteme GmbH. Ecoágua, Lda., Lisboa, 2007b <http://web92.server1.netmotion.de/cms/upload/dokumente/3P_Filtersysteme_S_P_screen.pdf>. Acesso a 02/10/2010

- [20] Enviro-Friendly products. (2005). "Grey Water reuse systems in Austrália". Camberra, Austrália.
- [21] Especificações Técnicas de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais disponíveis em www.anqip.pt. Acesso a 26/05/2010.
- [22] European Environment Agency. "Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought", Março de 2009.
- [23] Filtros para SAAP's, em www.ecoagua.pt. Acesso a 02/06/2010.
- [24] GDRC, "An Introduction to Rainwater Harvesting. The Global Development Research Center", 2005 <<http://www.gdrc.org/uem/water/rainwater/introduction.html>>, Acesso a 23/05/2010
- [25] Grupos de pressão da marca wilo disponíveis em www.wilo-select.pt. Acesso a 21/05/2010.
- [26] IAPMEI, "Período de recuperação do investimento. Finanças empresariais – avaliação de projectos de investimento", Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação, 2001, <<http://www.iapmei.pt/iapmei-art-03.php?id=578>>.
- [27] Leggett, D. J. et al. "Rainwater and greywater use in buildings. Best practice guidance", London, 2001
- [28] Lima, R. P.; Machado, T. G. "Aproveitamento de Água Pluvial: Análise do Custo de Implementação do Sistema em Edificações", Barretos, Brasil, 2008
- [29] MAOTDR, "PEAASAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional", 2007, <<http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/PEAASAR.pdf>>.
- [30] Martins, D. "Uso Eficiente da Água nos Edifícios", Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FEUP, 2009
- [31] Neves, M., "Perspectivas para um uso mais eficiente da água em habitações", Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2003.
- [32] Neves, M., "Algumas Sugestões Relativas à Gestão da Água na Região do Porto", FEUP.
- [33] Nolde, E. "Greywater and rainwater systems "To merge or not to merge"" Apresentação no workshop "Aproveitamento de Águas Pluviais", 2009.
- [34] Nosé, D. "Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Condomínios Residenciais", São Paulo, Brasil, 2008
- [35] Pinheiro, M. D. "Ambiente e construção sustentável", 2006
- [36] Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), em www.inag.pt. Acesso a 24/05/2010.
- [37] Registo das precipitações diárias em Portugal disponível em www.snirh.pt. Acesso a 05/06/2010.
- [38] Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP) de 31 de Dezembro de 2007, disponível em www.irar.pt. Acesso a 26/05/2010.
- [39] Relatório de balanço para a Seca de 2005 em www.inag.pt. Acesso a 26/05/2010.
- [40] Rossa, S., "CONTRIBUIÇÕES PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA NO CICLO URBANO - Poupança de água e reutilização de águas cinzenta", Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, FEUP, 2006

- [41] Tarifário de abastecimento de água e saneamento do Porto disponível em www.aguasdosporto.pt. Acesso a 07/06/2010.
- [42] Sistemas de controlo e monitorização para SAAP's, em www.lnaguas.pt. Acesso 11/06/2010.
- [43] Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas, em www.ecodepur.pt. Acesso a 02/06/2010.
- [44] Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas, em www.almaqua.pt. Acesso a 02/06/2010.
- [45] Sistema de aproveitamento de águas cinzentas, em www.reciclagemdeaguas.com. Acesso a 02/06/2010.
- [46] Taxas de juro EONIA/EURIBOR, em www.bportugal.pt. Acesso a 08/06/2010.
- [47] Tomaz, P. "Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis", Navegar Editora, São Paulo, 2003.
- [48] TWDB , "*Texas Water Development Board in Cooperation with Chris Brown, Jan Gerston e Stephen Colley. The Texas Manual on Rainwater Harvesting*". Texas Third Edition. Austin, Texas, 2005.
<http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf#searc=%22The%20Texas%20Manual%20on%20Rainwater%20Harvesting%22>.
- [49] UNEP, "*Examples of Rainwater Harvesting and Utilisation Around the World. An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision – Makers*". Newsletter and Technical Publications. Division of Technology, Industry and Economics. United Nations Environment Programme, 2006.
<<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/9.asp>>.
- [50] U.S Green Building Council, "*LEED For New Construction. Version 2.3*", U.S October 2005.
- [51] Vitorino, F., "*Uso eficiente da água em consumos públicos: contributo para a caracterização do uso e aumento da eficiência*". Relatório de Estágio Formal para a Ordem dos Engenheiros. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Departamento de Hidráulica e Ambiente. Núcleo de Engenharia Sanitária, Lisboa, Agosto de 2006.
- [52] WSUDSR, "*Rainwater tanks. Water Sensitive Urban Design in the Sydney Region*", 2004
- [53] www.acquabrasilis.com.br/sistemas_efluentes_acquaciclus.asp, Acesso a 03/06/2010
- [54] www.construcaosustentavel.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=115%3Acertificacao-ambiental-em-portugal&catid=68%3Acertificacao-ambiental&Itemid=94&lang=pt, Acesso a 28/05/2010
- [55] www.ecoagua.pt/sbo/files/DIN1989.pdf, Acesso a 29/04/2010
- [56] www.freewebs.com/opaulo, Acesso a 07/06/2010
- [57] www.grundfos.pt , Acesso a 03/06/2010
- [58] [www.grundfos.pt/web/homept.nsf/GrafikOpslag/CatalogoSistemasDesinfeccaoHipocloritoSodio/\\$File/diptico_low_09.pdf](http://www.grundfos.pt/web/homept.nsf/GrafikOpslag/CatalogoSistemasDesinfeccaoHipocloritoSodio/$File/diptico_low_09.pdf), Acesso a 15/06/2010
- [59] www.lidera.info, Acesso a 28/05/2010
- [60] www.rainthanks.com/greywater.html, Acesso a 03/06/2010
- [61] www.sbtool-pt.com, Acesso a 28/05/2010

[62] www.waterwise.org.uk/reducing_water_wastage_in_the_uk/events/2010_annual_conference.html, Acesso a 15/05/2010

[63] <http://nett21.gec.jp/GESAP/themes/themes2.html>

ANEXOS

A1 - Especificações Técnicas da ANQIP (ETA 0702; ETA 0804, ETA 0806)

A2 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (Technik)

A3 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Cinzentas (Ecodepur)

A4 - Sistemas Sanitários (Geberit)

A1

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA ANQIP

ETA 0702

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ANQIP



ETA 0702

VERSÃO: 3

N.º PÁGINAS: 5

ANEXOS: 0

CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

ELABORADA POR: ☒ SECRETARIADO TÉCNICO ☐ CTA

VALIDADE: DE 23 / 01 / 2009 A 23 / 01 / 2014

OBS:

0. INTRODUÇÃO

A presente Especificação Técnica ANQIP (ETA) estabelece as condições para a Certificação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), executados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP ETA 0701.

1. PROCEDIMENTOS PARA A CERTIFICAÇÃO

A Certificação de um SAAP pressupõe a sua realização de acordo com a Especificação Técnica ANQIP ETA 0701 e exige o cumprimento dos seguintes pontos:

- a) Certificação do Projecto;
- b) Intervenção de um Instalador Certificado
- c) Certificação da Instalação;

2. CERTIFICAÇÃO DO PROJECTO

2.1. A concepção dos SAAP apenas deve ser feita por técnicos devidamente habilitados para o efeito.



ETA 0702

VERSÃO: 3

N.º PÁGINAS: 5

ANEXOS: 0

2.2. Os projectos dos SAAP a certificar, elaborados nos termos da ETA 0701, devem ser enviados à ANQIP para a apreciação técnica, através do promotor, do dono da obra ou do projectista.

2.3. Os projectos poderão ser enviados para a sede da ANQIP ou para qualquer um dos pólos que estejam habilitados para este efeito. A lista dos pólos para onde poderá ser remetido o projecto para Certificação, quando aplicável, constará do site da ANQIP na Internet.

2.4. As informações e elementos técnicos relativos aos sistemas instalados devem ser obrigatoriamente registados em ficha própria (Ficha do Anexo 1 da ETA 0701).

2.5. A abertura da Ficha pela ANQIP, deverá ser feita na recepção do pedido de Certificação do Projecto, dará início ao processo.

2.6. No prazo máximo de 8 dias úteis sobre a data de recepção do respectivo pedido de Certificação, a ANQIP analisará o Projecto, tomando uma das seguintes decisões:

a) Decisão de certificação, após o que devolverá o Projecto certificado ao projectista, promotor ou dono da obra;

b) Decisão de não certificação, após o que contactará o projectista para esclarecer quais os aspectos técnicos que condicionam a aprovação, comunicando a decisão ao requerente.

2.7. Após terem sido efectuadas as correcções solicitadas pela ANQIP, o projecto poderá ser re-submetido, nos termos referidos em 2.3 e 2.6.

2.8. A fase de Certificação da Instalação apenas poderá ter lugar após estar certificado o correspondente Projecto.



ETA 0702

VERSÃO: 3

N.º PÁGINAS: 5

ANEXOS: 0

3. INTERVENÇÃO DE INSTALADORES CERTIFICADOS

3.1. Visando dotar os instaladores de conhecimentos mínimos imprescindíveis para a correcta realização de um SAAP, a ANQIP organizará periodicamente, em diversos locais do país, cursos específicos de formação para instaladores.

3.2. Os cursos de formação para Instaladores SAAP terão uma duração mínima de 15 horas e poderão ser realizados em horário laboral ou pós-laboral.

3.3. Os cursos terão obrigatoriamente uma avaliação final. A aprovação nesta avaliação dará ao instalador direito a receber um Certificado ANQIP de Instalador SAAP.

3.4. Num período inicial de lançamento do sistema e para instaladores que já possuam experiência na realização de SAAP, poderá a ANQIP conceder a certificação, por avaliação de competências, com base em apreciação curricular e referências de trabalhos executados, sem prejuízo do referido em 3.7.

3.5. A lista de instaladores com a Certificação ANQIP de Instalador SAAP constará do site da ANQIP na Internet.

3.6. Não existindo, na região onde se pretende realizar o SAAP, um mínimo de 3 instaladores certificados, a ANQIP poderá não condicionar a Certificação da Instalação à intervenção de um instalador certificado, mediante uma análise da experiência e do curriculum do instalador.

3.7. A Certificação ANQIP de Instalador SAAP terá uma validade de 3 anos, sendo a sua renovação feita com base em apreciação curricular e, quando tal se justificar, na frequência de cursos de actualização técnica.

3.8. Os cursos de formação inicial referidos em 3.2. e os cursos de actualização referidos em 3.7. serão objecto de um “Regulamento de Cursos ANQIP para Instaladores SAAP”.



ETA 0702

VERSÃO: 3

N.º PÁGINAS: 5

ANEXOS: 0

4. CERTIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

4.1. A Certificação ANQIP de Instalações SAAP exige a realização de duas vistorias à obra, sendo a primeira realizada com as tubagens e outros elementos acessórios à vista e a segunda realizada no final da obra, para ensaio e verificação do funcionamento global do sistema.

4.2. As vistorias deverão ser requeridas à ANQIP por e-mail (anqip@mail.telepac.pt), com a antecedência mínima de 5 dias úteis em relação à data pretendida, devendo ser indicados os contactos do requerente, para acerto de horas e outros pormenores da vistoria.

4.3. Será elaborado um relatório da primeira vistoria, do qual será dado conhecimento ao interessado. As vistorias devem ser acompanhadas pelo instalador e pelo dono de obra.

4.4. Se na segunda vistoria forem verificadas todas as condições para a certificação, será completado o preenchimento da Ficha do SAAP e emitido um certificado da instalação. Se não forem verificadas as condições de certificação, será elaborado um relatório, do qual será dado conhecimento ao requerente, indicando as correcções a introduzir.

4.5. Nos casos de não certificação e após correcção das deficiências encontradas na vistoria final, deverá ser solicitada nova vistoria nos termos do item 4.2.

4.6. A certificação da instalação estará condicionada à aplicação de componentes certificados, sempre que estes estejam abrangidos por uma Norma de produto.

4.7. A Certificação terá uma validade de 5 anos, podendo ser renovado ao fim desse período, mediante a realização de uma vistoria por um auditor ANQIP, que comprove que não foram alteradas as condições inicialmente estabelecidas, que foi efectuada a manutenção adequada e que a exploração foi correcta.



ETA 0702

VERSÃO: 3

N.º PÁGINAS: 5

ANEXOS: 0

5. CUSTOS DO PROCESSO

5.1. O Secretariado Técnico da ANQIP elaborará uma tabela de custos para a Certificação das Instaladores, de Projectos e de Instalações, a qual deverá ser aprovada Direcção. Igualmente será estabelecido um custo para a renovação do Certificado.

5.2. A tabela de custos será disponibilizada a todos os interessados.

5.3. A tabela de custos será revista anualmente.

ETA 0804

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ANQIP



ETA 0804

VERSÃO: 2

N.º PÁGINAS: 4

ANEXOS: 1

ESPECIFICAÇÕES PARA A ATRIBUIÇÃO DE RÓTULOS DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP A AUTOCLISMOS DE BACIAS DE RETRETE

ELABORADO POR: ☐ SECRETARIADO TÉCNICO ☒ CTA Nº 0802

VALIDADE: DE 15 / 09 / 2008 A 15 / 09 / 2013

Obs:

1 – A presente especificação estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete.

2 – Consideram-se no âmbito da presente Especificação os seguintes dispositivos:

- Autoclismos de descarga simples, do tipo gravítico;
- Autoclismos de dupla descarga (dual flush), do tipo gravítico;
- Autoclismos de dupla acção (com interrupção de descarga), do tipo gravítico.

3 – Podem ser também abrangidos pela presente Especificação após uma análise prévia de compatibilidade pela Comissão Técnica ANQIP CTA 0802, os seguintes dispositivos:

- Autoclismos com tanque sob pressão;
- Autoclismos electro-hidráulicos;
- Outros sistemas de descarga, baseados no conceito de autoclismo.

4 – Não são abrangidos pela presente especificação:

- Fluxómetros
- Autoclismos de mictórios;
- Sistemas de vácuo.



ETA 0804

VERSÃO: 2

N.º PÁGINAS: 4

ANEXOS: 1

5 – Dado que a certificação ANQIP apenas contempla os aspectos de eficiência hídrica, exige-se que todos os pedidos de certificação sejam acompanhados de demonstração do cumprimento adicional das Normas de performance existentes e aplicáveis ao produto.

6 – No caso dos dispositivos referidos no item 2, e até à aprovação da respectiva Norma Europeia do produto, só serão aceites candidaturas para certificação de dispositivos que cumpram, no mínimo, as exigências constantes da Tabela 4 da prEN 14055:2007, cabendo a demonstração deste cumprimento ao requerente.

7 - A certificação é atribuída ao autoclismo com válvula, nas condições em que é colocado no mercado, mas terá em atenção o desempenho da bacia de retrete associada, conforme o referido no item 11.

8 – O processo de candidatura a certificação e atribuição de rótulo de eficiência hídrica, bem como os procedimentos de manutenção da certificação, devem seguir as indicações constantes da Especificação ETA 0802.

9 – A utilização dos rótulos de eficiência hídrica deverá ser feita com rigoroso cumprimento da Especificação ETA 0803.

10 – A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto será feita de acordo com as categorias e tolerâncias estabelecidas no Quadro 1, compatível com a prEN 14055:2007.

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo – descarga completa)	Tolerância (Volume mín. de descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 - 4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4,0	C/ interrup. de desc.	A+	4,0 – 4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5 – 5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0 – 6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0 – 7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	D	8,5 – 9,0	-
4,0	Completa	A	4,0 – 4,5	-
5,0	Completa	B	4,5 – 5,5	-
6,0	Completa	C	6,0 – 6,5	-
7,0	Completa	D	7,0 – 7,5	-
9,0	Completa	E	8,5 – 9,0	-

Quadro 1 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos



ETA 0804

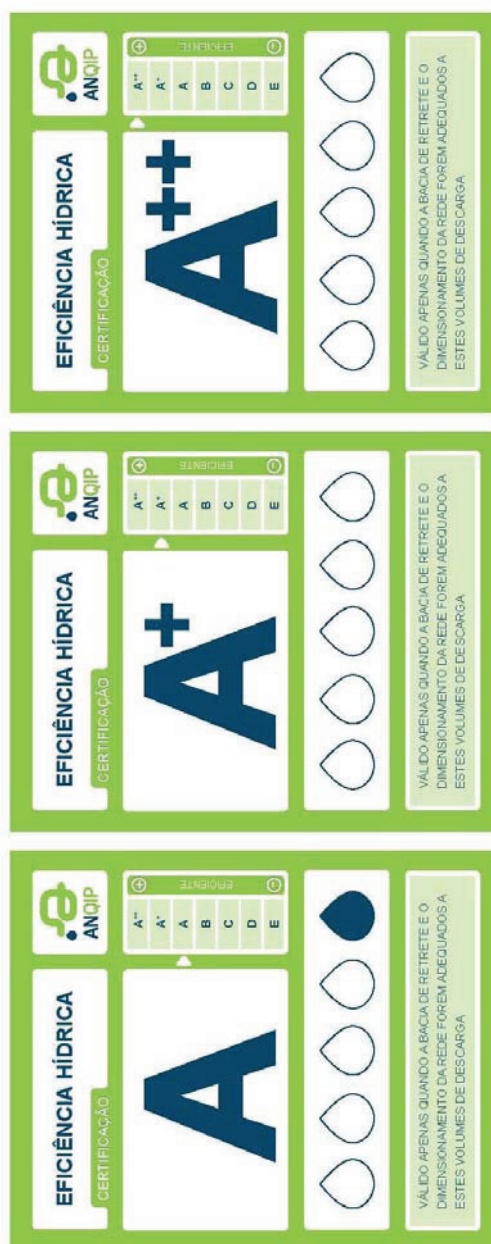
VERSÃO: 2

N.º PÁGINAS: 4

ANEXOS: 1

11 – Tendo em atenção o referido no item 7, bem como as limitações impostas pela Norma Europeia EN 12056-2:2000 no que se refere aos dispositivos aplicáveis em função das condições de dimensionamento das redes, todos os autoclismos com volume nominal igual a 4 litros ou com rótulo A⁺ e A⁺⁺ deverão ter associada a indicação “Válido apenas quando a bacia de retrete e o dimensionamento da rede forem adequados a estes volumes de descarga”, conforme modelos representados no Anexo.

ANEXO



ETA 0806

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ANQIP



ETA 0806

VERSÃO: 2

N.º PÁGINAS: 4

ANEXOS: 1

ESPECIFICAÇÕES PARA A ATRIBUIÇÃO DE RÓTULOS DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP A CHUVEIROS E SISTEMAS DE DUCHE

ELABORADO POR: ☐ SECRETARIADO TÉCNICO ☒ CTA Nº 0802

VALIDADE: DE 31 / 07 / 2009 A 31 / 07 / 2014

Obs:

1 – A presente especificação estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a cabeças de duche e a conjuntos de torneiras e cabeças de duche.

2 – Consideram-se no âmbito da presente Especificação os seguintes dispositivos ou conjuntos de dispositivos:

- Cabeças de duche (chuveiros), isoladamente;
- Torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa (sistemas de duche).

3 – Dado que a certificação ANQIP apenas contempla os aspectos de eficiência hídrica, exige-se que todos os pedidos de certificação sejam acompanhados de demonstração do cumprimento adicional das eventuais Normas de performance existentes e aplicáveis ao produto.

4 - A certificação é atribuída ao chuveiro ou ao sistema de duche, nas condições em que o produto é colocado no mercado.

5 – O processo de candidatura a certificação e atribuição de rótulo de eficiência hídrica, bem como os procedimentos de manutenção da certificação, devem seguir as indicações constantes da Especificação ETA 0802.

6 – A utilização dos rótulos de eficiência hídrica deverá ser feita com rigoroso cumprimento da Especificação ETA 0803.

7 – A atribuição de autorização de rotulagem a um determinado produto será feita de acordo com as categorias e tolerâncias estabelecidas no Quadro 1.

CAUDAL (Q) (l/min)	Chuveiro	Sistemas de duche	Sistema de duche com torneira termostática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termostática e eco-stop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++ (1)	A++ (1)
$5,0 < Q \leq 7,2$	A	A	A+	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	A
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	B
$30,0 < Q$	E	E	D	C

Quadro 1 – Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche

Nota (1): não se considera de interesse a utilização de eco-stop nestes casos

8 – No caso da venda de componentes ou partes de um produto certificado e desde que fique claramente especificada essa condição e seja reportado o produto final que se encontra certificado, pode ser referida a certificação e aposto o rótulo nas respectivas embalagens ou produtos.

9 – Os rótulos A e A+ aplicáveis a chuveiros com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min deverão ter associada a indicação “Recomendável a utilização com torneiras termostáticas”, conforme modelos representados no Anexo.

10 – Nos produtos com possibilidade de regulação pelo utilizador, a certificação pode ser concedida para a categoria mais eficiente, desde que tal critério esteja patente ao consumidor, de forma clara e inequívoca, em referência que deve ser aposta junto ao rótulo.

11 – Os sistemas de duche com caudal igual ou inferior a 7,2 l/min e sem torneira termostática só poderão ser certificados quando acompanhados de aviso escrito ao consumidor sobre o risco de escaldão.



ETA 0806

VERSÃO: **2**

N.º PÁGINAS: **4**

ANEXOS: **1**

12 – O aviso referido no número anterior será dispensado quando o chuveiro estiver equipado com dispositivo automático de redução de caudal actuado por elevação da temperatura (tipo Heatguard TAFR ou equivalente).

13 – O uso de válvulas automáticas de compensação de pressão considera-se equivalente ao uso de torneiras termostáticas.

14 – Os interruptores de corte de caudal colocados a jusante da torneira (na bicha ou na cabeça de duche) poderão ser equiparados a “eco-stop” para efeitos da aplicação da Tabela 1, desde que o produto seja acompanhado de aviso escrito sobre a necessidade de existirem válvulas de retenção ou sistema equivalente que impeça a comunicação directa entre as redes (água quente e água fria) durante a interrupção do escoamento.

15 – Considera-se aplicável, no âmbito da presente Especificação Técnica, a disposição transitória do item 34 da Especificação Técnica ANQIP ETA 0802, com as necessárias adaptações.

ANEXO



A2

**SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS
(TECHNIK)**

Aprovechamiento de agua pluvial

Aproveitamento de água pluvial



3P Technik Filtersysteme GmbH

 Baumann y Trapp, S.L. www.byt.es

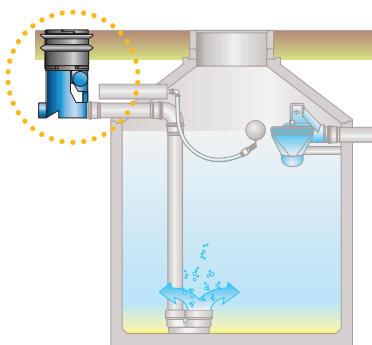
 Ecoágua, Lda www.ecoagua.pt



Agua limpia

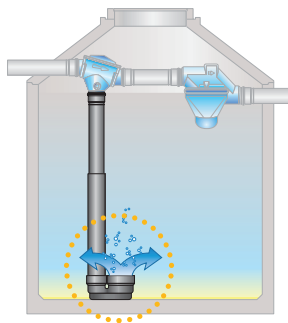
1ª etapa de la depuración

La primera etapa de la depuración en la instalación es el filtro. El agua pluvial corre del tejado al filtro, donde se separa la suciedad del agua. Este agua depurada llega a la cisterna, la suciedad pasa con una pequeña cantidad de agua pluvial al alcantarillado o a la instalación de infiltración anexa. Todos los filtros de agua pluvial de 3P tienen inserciones de acero fino que se pueden sacar fácilmente para el mantenimiento y limpieza. Diversos principios de funcionamiento y diferentes posibilidades de conexión facilitan su empleo en muy variadas situaciones de montaje.



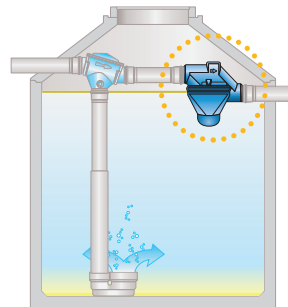
2ª etapa de la depuración

El agua se deposita del modo más oscuro y fresco posible en una cisterna subterránea. Aquí tiene lugar la segunda etapa de la depuración: Las partículas de suciedad que todavía hayan quedado en el agua descienden lentamente al suelo. La alimentación calmada del agua evita que la capa de sedimento se arremoline. Al mismo tiempo se alimenta la parte inferior del agua del depósito con oxígeno. El oxígeno evita que se produzca una descomposición anaerobia en la cisterna. El agua permanece fresca.



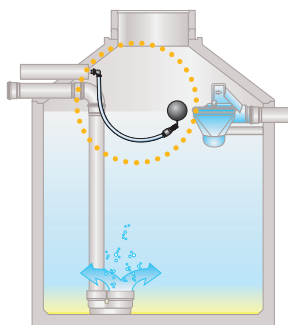
3ª etapa de la depuración

Las partículas de suciedad que son más ligeras que el agua (p.ej. el polen) ascienden lentamente y flotan en la superficie del agua. Esta capa flotante se elimina al desbordarse la cisterna mediante un sifón de rebose especial con efecto skimmer. El rebose periódico de la cisterna es importante para garantizar una calidad de agua constante y para evitar que el agua "se descomponga". La capa flotante podría aislar la superficie del agua de tal modo que el oxígeno no pudiera alcanzar el agua y así empezara un proceso de descomposición anaerobia.



4ª etapa de la depuración

Justo debajo de la superficie del agua se puede succionar el agua más limpia con el tubo de toma flotante. Una bola flotante llena de aire mantiene la pieza de toma, que para más seguridad también está provista de un filtro, justo debajo de la superficie del agua, donde se encuentra el agua más limpia del depósito. En general, la toma flotante está provista de una válvula de retención.



Água limpa

1ª etapa de depuração

O primeiro passo de tratamento de água da chuva dá-se através do filtro. A água pluvial corre do telhado para o filtro, onde é separada das impurezas. A água limpa é encaminhada para a cisterna, enquanto a sujidade impulsionada por um pequeno volume de água é encaminhada à rede água pluvial, ou melhor ainda, para o sistema anexo de infiltração no subsolo. Todos os filtros de água pluvial da 3P têm filtros de aço inox que, para a sua manutenção e limpeza podem ser facilmente removidos. Diversos princípios de funcionamento e possibilidades de montagem permitem a sua adaptação às situações mais diversas de posicionamento.

2ª etapa de depuração

Geralmente, deve optar-se pelo armazenamento da água num local escuro e fresco, se possível numa cisterna subterrânea. É aqui que ocorre a segunda etapa de depuração: as partículas finas de sujidade ainda presentes na água descem lentamente ao fundo. A alimentação calma da água evita que a água que entra se misture novamente com a água armazenada. Ao mesmo tempo a camada inferior de água do depósito recebe uma injeção de oxigénio. Este oxigénio evita que se produza uma decomposição anaeróbia na cisterna. Assim a água permanece fresca.

3ª etapa de depuração

As partículas de sujidade que são mais leves que a água (p.ex. o pólen) sobem lentamente até atingir a superfície da água da cisterna. Esta capa flutuante é retirada através do sifão com design especial – que funciona como o skimmer das piscinas – quando a cisterna atinge o nível de transbordo. O transbordo regular da cisterna é importante para garantir uma qualidade de água constante e para evitar que a água "se descomponha". A camada flutuante na superfície da água poderia em casos extremos, criar uma capa de tal modo que não permitia a entrada de oxigénio e assim entrar num processo de decomposição anaeróbia.

4ª etapa de depuração

A água mais limpa de qualquer cisterna ou tanque é captada logo abaixo da superfície, sem sugar a sedimentação do fundo. Para esta captação inteligente oferecemos o conjunto flutuante de sucção. Uma bóia mantém a boca do conjunto (dotada de um pequeno filtro roscado para maior segurança) mesmo abaixo da superfície da água, onde se encontra a água mais limpa do depósito. Graças à mangueira flexível a funcionalidade é sempre mantida, esteja a cisterna cheia ou quase vazia. Em geral, a bóia flutuante está equipada de uma válvula de retenção.

3P Filtro de gran capacidad FGC1 con alargo telescópico



3P Filtro de grande capacidade FGC1 com aumento telescópico

Alimentación anti-turbulencia 3P



Alimentação anti-turbulência 3P

Sifón de rebose duo 3P



Sifão de transbordo duo 3P

Toma flotante 3P



Mangueira de sucção flutuante 3P



3P filtro de gran capacidad

Filtro de agua pluvial para tejados con una superficie de un máximo de 350 m². Alto rendimiento, independiente del flujo. Filtra la suciedad ininterrumpidamente. Protegido contra heladas. Poco mantenimiento. Para limpiarlo se puede sacar el elemento filtrante fácilmente.

Material: PE

Tamiz de acero fino con abertura de malla de 0,55 mm.



art.-nº. 1000500 salida canalización 125 de diametro
art.-nº. 1000585 salida canalización 110 de diametro

Principio de funcionamiento

- ① El agua pluvial que llega, se estanca y se conduce uniformemente por las cascadas = sistema de agua represada.
- ② Depuración previa con el sistema de cascadas. La suciedad gruesa se vierte por las cascadas directamente al alcantarillado.
- ③ El agua predepurada llega al tamiz (abertura de malla 0,55 mm). Debido a la estructura especial del tejido del tamiz, la suciedad se dirige al alcantarillado. Por este motivo necesita poco mantenimiento.
- ④ El agua depurada circula a la cisterna.
- ⑤ La suciedad va al alcantarillado.

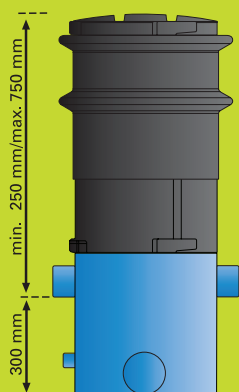


Princípio de funcionamento

- ① A água pluvial ao chegar ao filtro é freada na represa superior e depois conduzida uniformemente pelas cascadas = sistema de uma represa de água.
- ② Limpeza preliminar dá-se pelo sistema das cascadas. A sujidade grossa é retirada pelas cascadas directamente à rede de águas pluviais.
- ③ A água da chuva já livre de impurezas maiores passa pela tela (malha de abertura de 0,55mm) debaixo das cascadas. Devido à estrutura especial da rede de filtragem, a sujidade é dirigida à rede de águas pluviais. Por este motivo necessita de pouca manutenção.
- ④ A água filtrada é encaminhada para a cisterna.
- ⑤ A sujidade vai para a rede de águas pluviais.

3P Filtro de gran capacidad FGC1 con alargó telescópico

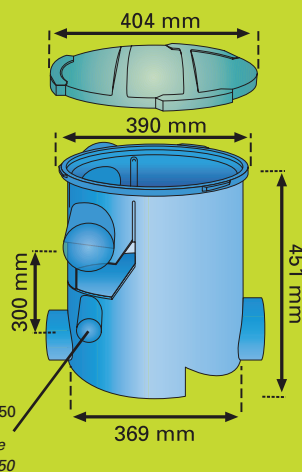
FGC1 con pozo de plástico para el montaje directamente en la tierra. Profundidad del montaje hasta 750 mm. Diámetro 500 mm. El pozo de plástico se suministra con tapa bloqueable. La tapa es practicable. Plástico: polietileno.



art.-nº. 1000580

3P Filtro de grande capacidade FGC1 com aumento telescópico

FGC1 com boca de plástico para montagem directamente na terra. Profundidade de montagem até 750mm. Diâmetro 500mm. A boca de plástico é fornecida com uma tampa de segurança. Plástico: polietileno.





3P Filtros para instalaciones grandes

según el sistema del filtro de gran capacidad 3P

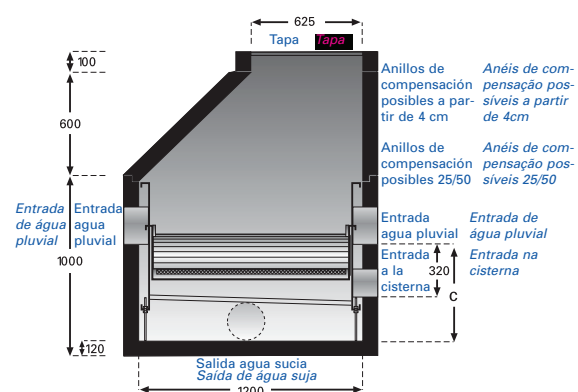
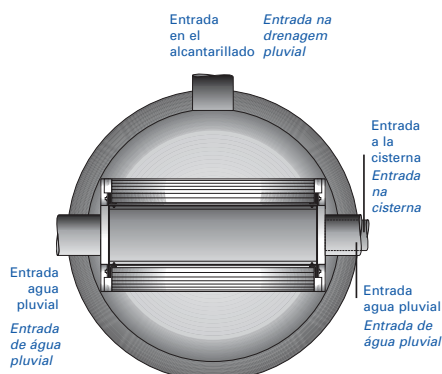
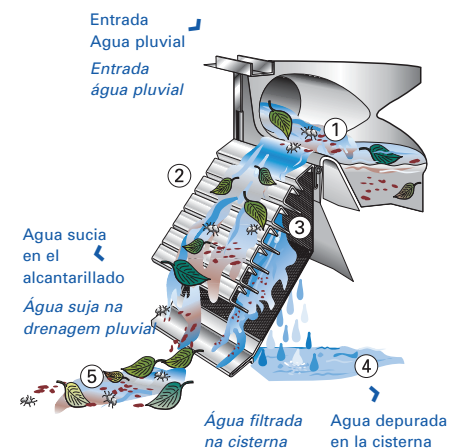
Filtro de agua pluvial para tejados con superficies de un máximo de 2350 m², según DIN 1986 para una cosecha de lluvia de 300 l/(sxha). Filtro para el montaje en un antepozo (Ø 120 cm). Poco mantenimiento. Los elementos laminares con micro tamiz se pueden sacar fácilmente para limpiarlos. Material: acero fino.

Principio de funcionamiento

(Explicaciones de los números pag. 3)

Princípio de funcionamento

(Explicação dos números da pag. 3)

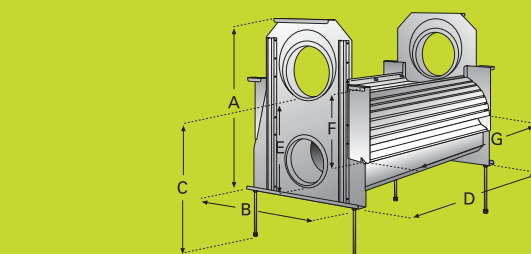
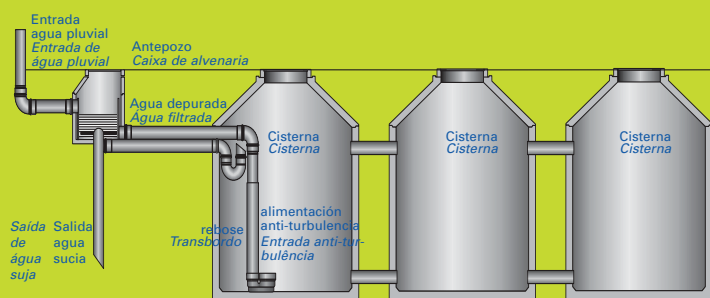


FGC2 art.-nº. 1000600 (max. 850 m²)
FGC3 art.-nº. 1000700 (max. 1100 m²)
FGC4 art.-nº. 1000800 (max. 1750 m²)
FGC6 art.-nº. 1000900 (max. 2350 m²)

3P Filtros para grandes instalações

Segundo o sistema do filtro de grande capacidade 3P

Filtro de água pluvial para telhados com uma superfície máxima de 2350 m², segundo DIN 1986 para uma captação de chuva de 300 l/(sxha). Filtro para montagem numa caixa de alvenaria (Ø 120cm). Pouca manutenção. Os elementos laminares com micro filtro podem ser retirados facilmente para limpeza. Material: Aço Inox.



Filtros	Entrada agua pluvial	Entrada alcantarillado	Entrada a la cisterna	A en mm	B en mm	C en mm	D en mm	E en mm	F en mm	G en mm	Abertura de malla	min. Ø pozo	Superficie de tejado conectable
FGC2	1 x DN200	1 x DN200	1 x DN150	670	540	475	390	325	275	320	550 my	1000	850 m ²
FGC3 *	2 x ** DN200	1 x DN200	1 x DN150	670	540	525	980	325	275	880	550 my	1200	1100 m ²
FGC4	2 x ** DN250	1 x DN250	1 x DN150	670	540	525	980	325	275	880	550 my	1200	1700 m ²
FGC6	2 x ** DN250	1 x DN250	1 x DN200	670	540	575	980	325	275	880	550 my	1200	2350 m ²

- * El filtro de gran capacidad FGC3 solo lleva un elemento laminar en un lado.
- ** No es necesario utilizar las 2 entradas, pero aumentan la capacidad del filtro. Si lo desea, podemos añadir los diafragmas correspondientes.
- * O filtro de grande capacidade FGC3 tem apenas o elemento laminar de um lado.
- ** Não é necessário utilizar as 2 entradas, no entanto, aumenta assim a capacidade do filtro. Se o desejar, podemos fornecer os diafragmas correspondentes.

Los datos respecto a las superficies de los tejados se refieren a las especificaciones DIN. Existen varias posibilidades (según imagen), de incrementar la superficie de empalme. ¡Póngase en contacto con nosotros!

Os dados respeitantes às superfícies dos telhados referem-se às especificações da DIN. Existem várias possibilidades (ver imagem), de incrementar a superfície de empalme. ¡Entre em contacto connosco!

A3

SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS (ECODEPUR)

Qualidade, Inovação, Performance!



ecodepur[®]
tecnologias de protecção ambiental

fábrica
urbanização da chã
av.º 21 de junho, n.º 103
2435-087 caxarias
PORTUGAL

morada da sede
rua dos pisões, n.º 102
apartado 8
2436-909 caxarias
PORTUGAL

tel. +351 249 571 500
fax. +351 249 571 501
e.mail geral@ecodepur.pt
web. www.ecodepur.pt



Apresentação

Os **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR®, modelo BIOX** são equipamentos destinados à recepção e tratamento de águas residuais cinzentas (banhos, duchas e lavatórios), adequando a qualidade da água tratada para usos secundários (autoclismos, rega, lavagens diversas, etc.).



1 Enquadramento

A reutilização de águas residuais tratadas, como estratégia de combate à crescente escassez de água, é um dos principais desafios colocados à humanidade nos próximos anos.

Com vista a contribuir de forma efectiva para a resolução deste problema, a **ECODEPUR®** desenvolveu o sistema **BIOX** que permite efectuar o tratamento das águas cinzentas, adequando a qualidade da água tratada à sua reutilização para usos domésticos.

Efectivamente a ocorrência de episódios de seca não constituem eventos esporádicos, pois que, como se poderá ler no Relatório de Balanço, iniciativa do Secretariado da Comissão para a Seca 2005 [1], "A situação geográfica do território do Continente português é favorável à ocorrência de episódios de seca, pelo que este fenómeno não constitui propriamente uma surpresa, devendo antes ser encarado como um elemento climático de determinada frequência".

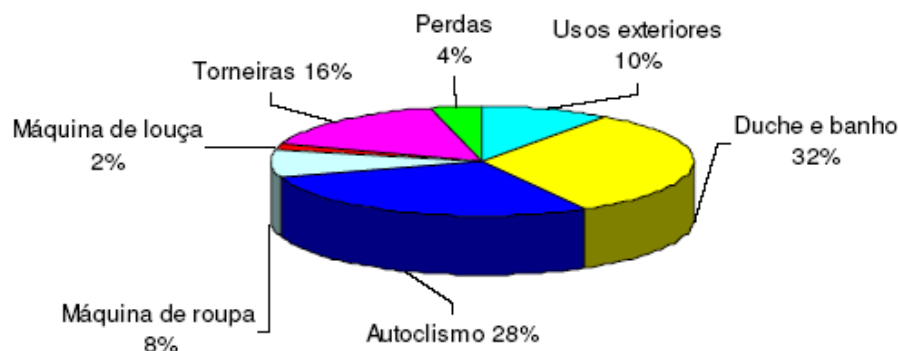
Será de referir que a 30 de Setembro de 2005, todo o território nacional continuava em situação de seca meteorológica: 3% em seca moderada, 36% em severa e 61% em extrema.

Com vista a garantir a satisfação dos consumos de água para os diferentes usos é urgente tomar medidas que tornem Portugal menos dependente da lotaria meteorológica que presenciamos actualmente.

De seguida apresenta-se um Gráfico onde se verifica a distribuição média dos consumos em usos domésticos.



Distribuição média dos usos domésticos (uso exclusivamente domiciliário)



Em síntese pode afirmar-se que pelo menos 38% dos usos domiciliários de água não necessitam de água potável pois que se destinam a autoclismos, lavagens de carros, regas de jardins privados, entre outros. A esta parcela acrescem outros usos públicos que igualmente não necessitam de água potável como a lavagem de ruas ou a rega de jardins, assim como usos comerciais e industriais.

A tecnologia **ECODEPUR® BIOX** pode assim apresentar várias aplicações que se estendem desde moradias unifamiliares a prédios, empreendimentos turísticos, loteamentos e condomínios, estações de serviço, lares de 3ª idade, escolas, complexos desportivos, etc.

Salienta-se que a reutilização foi uma das soluções preconizadas pela Comissão para a Seca 2005, com vista a mitigar os efeitos das secas.

O sistema BIOX permite reduzir significativamente o consumo de água doméstica, resultando não só numa contribuição efectiva para a preservação do recurso "água" mas também num investimento vantajoso com retorno económico a curto prazo, uma vez que conduz a uma redução do custo associado ao consumo de água e consequentemente da taxa de saneamento aplicada.

Os equipamentos são dimensionados caso a caso, consoante a tipologia específica da aplicação (moradia unifamiliar, condomínio, hotel, ...) e do nº. de habitantes a servir.



Benefícios

Os Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR®, modelo BIOX, apresentam vantagens ao nível Económico, Técnico e Ambiental.

⇒ Económico

Gestão e optimização de consumos com consequente redução do custo associado ao consumo de água potável. O benefício económico alcançado assenta na conjugação dos seguintes Factores:

- 1 – Redução do n.º de metros cúbicos de água de saneamento (menos m³ consumidos);
- 2 – Redução do escalão de tarificação (consumo de menos m³ a um valor €/m³ mais baixo;
- 3 – Redução do valor associado à taxa de saneamento aplicada, uma vez que esta se encontra normalmente indexada ao valor de água potável consumida.

⇒ Técnico

Criação de uma reserva estratégica de água, útil em períodos de falta de água por interrupção temporária do fornecimento (roturas, seca, ...).

3 ⇒ Ambiental

Preservação de recursos naturais (água), reduzindo o seu consumo e contribuindo deste modo para a sua preservação e utilização sustentável. A utilização deste tipo de sistemas gera ainda uma "Imagem Ambiental" de vanguarda.

Vantagens

- ⇒ Facilidade e flexibilidade de instalação (intervenção humana reduzida)
- ⇒ Ausência de odores;
- ⇒ Facilidade e conforto de operação e manutenção (funcionamento automático/minimização da intervenção humana);
- ⇒ Baixos custos de primeiro investimento e funcionamento;
- ⇒ Design Industrial (equipamento de vanguarda);
- ⇒ Ausência de Ruído incomodativo;
- ⇒ Segurança funcional (hidráulico – sanitário).



Aplicação

Sugere-se a aplicação dos **Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR[®], modelo BIOX** em todas as novas construções, desenvolvidas para diferentes aplicações:

- ☞ Moradias;
- ☞ Condomínios;
- ☞ Parques de Campismo;
- ☞ Ginásios;
- ☞ Edifícios Públicos e Institucionais;
- ☞ Complexos desportivos;
- ☞ Escolas, entre outros.

Este sistema é facilmente instalável em fase de construção, podendo ainda ser equacionada com vantagem a sua instalação em fases de remodelação e/ou reabilitação.

Funcionamento

4

Os Sistemas de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR[®], modelo BIOX, recebem as águas residuais da instalação após utilização em chuveiros/banhos e lavatórios.

O efluente sofre inicialmente uma decantação primária e é conduzido para um reactor biológico passando por uma rede de nylon, com malha $\leq 2\text{mm}$, de modo a que sejam recolhidos resíduos de lavagens, principalmente cabelos.

O reactor biológico de tipologia SBR (Sequencing Batch Reactor), opera pelo processo de lamas activadas, em regime de baixa carga. O efluente no reactor biológico é arejado durante um período de tempo pré determinado ($\Delta T1$), de modo a que os fenómenos de oxidação biológica se desenvolvam à extensão pretendida; após $\Delta T1$ é interrompido o arejamento da massa líquida de modo a promover a decantação da matéria em suspensão no efluente durante um período de tempo pré determinado ($\Delta T2$). Após $\Delta T2$ o efluente clarificado é aspirado durante $\Delta T3$, para o Reservatório de Esterilização/Armazenamento de Água Tratada.

Durante a aspiração do Reactor Biológico para o Reservatório de Esterilização/Armazenamento de Água Tratada é adicionada automaticamente uma quantidade mínima de agente desinfectante suficiente para promover a eliminar o desenvolvimento de potenciais agentes patogénicos, conferindo deste modo completa segurança sanitária à instalação.



Manutenção

O **Sistema de Reaproveitamento de Águas Cinzentas, tipo ECODEPUR[®], modelo BIOX** apresenta a funcionalidade de efectuar a limpeza geral do sistema. Nesse caso, será necessário abrir manualmente a válvula de fundo e ligar o interruptor de "LIMPEZA". Accionando o interruptor "LIMPEZA", as electro-válvulas EV1 e EV5 abrem, enquanto que as restantes ficarão fechadas. Deste modo, a bomba irá aspirar efluente do reservatório de armazenamento (ou do reservatório de compensação da Smart Box, se a bóia n.º 2 estiver no nível mínimo) para o reactor biológico (tubagem verde), criando um fluxo de back wash, que promove a remoção dos resíduos acumulados e o seu encaminhamento para a rede de esgotos.

O ponto do sistema que necessita de manutenção mais cuidada é a rede de filtração.

A rede de filtração está incorporada na divisória entre o decantador primário e o SBR. Quando a operação de "LIMPEZA" automática não promove a desobstrução da rede de filtração, será necessário utilizar um jacto de água (uma simples mangueira com pressão da rede) através da abertura prevista para o efeito na divisória que incorpora a rede.

As necessidades de limpeza da cuba serão ditadas pela prática de utilização, sendo certo que, quanto mais resíduos se descarregarem pelos ralos, mais depressa a rede ficará colmatada.

- 12 Uma vez que a acumulação de espuma pode ter efeitos perniciosos no funcionamento do Sistema de Reaproveitamento, aconselha-se a utilização de detergentes biodegradáveis e de baixo nível de tensoactividade, bem como a utilização de boas práticas para a redução do consumo de detergentes.

A4

**SISTEMAS SANITÁRIOS
(GEBERIT)**

Sistemas Sanitários

Tabela de preços

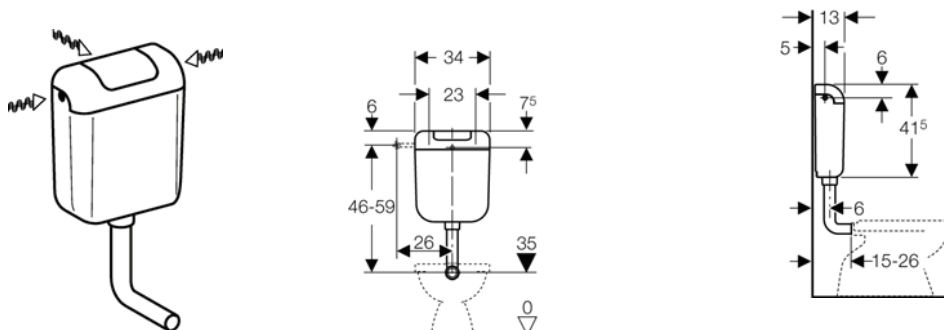
Em vigor a partir de 01.03.2010



- **Sistemas Geberit para paredes de paredes de alvenaria / ligeiras**
- **Tecnologia com design**
- **Poupança de água**
- **Fácil limpeza**

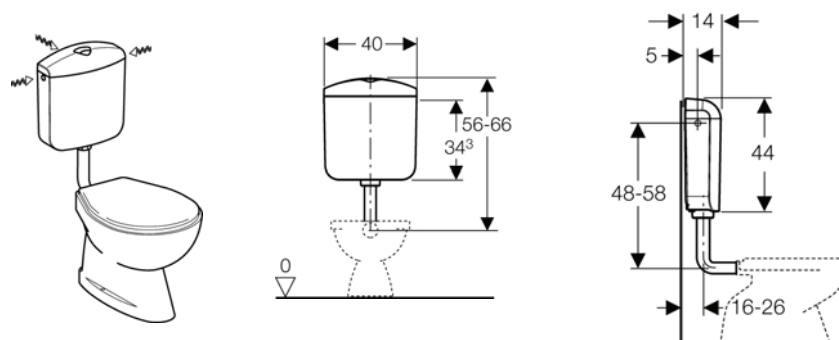
Autoclismos aplicados fora da parede, suspensos ou acoplados à sanita

Autoclismo de suspensão AP113



Referência	Cor	E4/ Paleta	E1	€/un.
136.417.11.1	Branco	48	1	30,00

Autoclismo de exterior AP117, com 2 volumes de descarga



Referência	Cor	E4	E1	€/un.
136.532.11.1	Branco	52	1	41,60

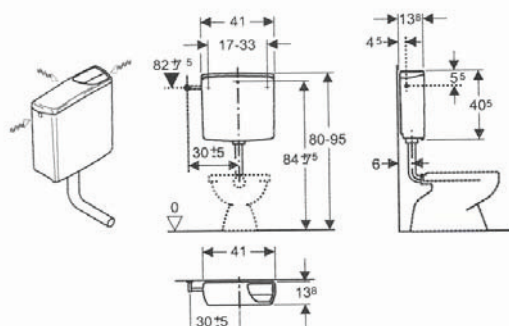
Nota: Possível aplicar acoplado à sanita c/ acessório 238.190.00.1

Acessório para acoplar o Autoclismo de exterior AP117



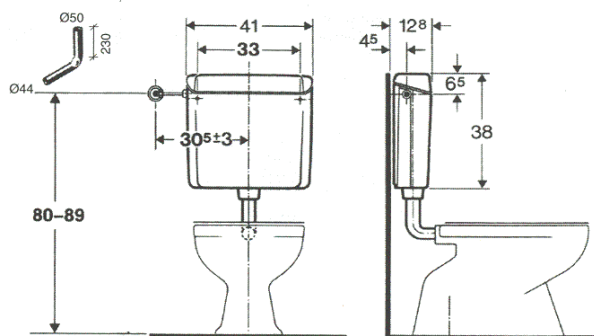
Referência	E2	E1	€/un.
238.190.00.1	80	1	4,37

Autoclismo de exterior AP140, com 2 volumes de descarga



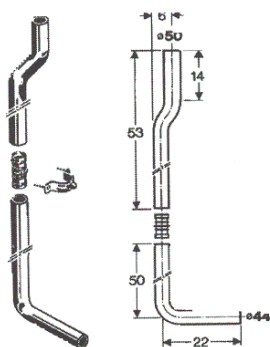
Referência	Cor	E4	E1	€/un.
140.300.11.1	Branco	36	1	70,00
140.300.xx.1	Outras cores	36	1	P/ consulta

Autoclismo de suspensão AP123



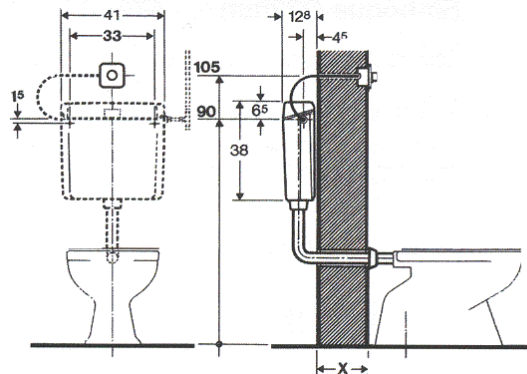
Referência	Especificações	Cor	E4	E1	€/un.
123.010.11.1	Modelo da imagem	Branco	24	1	47,84

Curva de descarga regulável para autoclismo AP123



Referência	Especificações	E4	E2	E1	€/un.
118.100.11.1	Só aplicável para instalação média	80	10	1	26,44

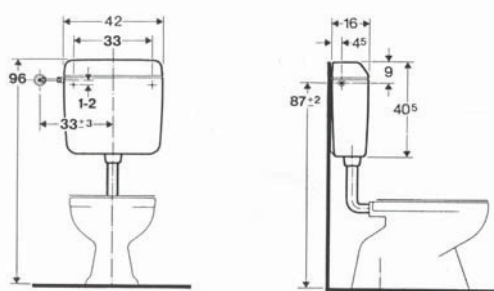
Autoclismo AP123 para montagem oculta



Referência	E4	E1	€/un.
123.135.11.1	24	1	41,29

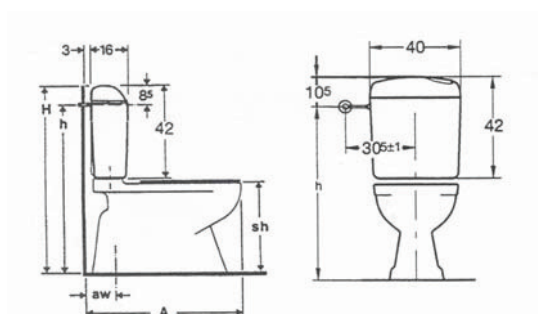
Nota: Ver curvas de descarga apropriadas neste capítulo

Autoclismo de exterior AP129



Referência	Especificação	Cor	E4	E1	€/un.
129.010.11.1	Tampa resistente a queimaduras de cigarro	Branco	24	1	83,69

Autoclismo de acoplar AP121, com 1 volume de descarga



Referência	Cor	E4	E1	€/un.
121.800.11.1	Branco	20	1	54,60